https://www.engcopilot.com/

Reef4 version 4.4.3.1 - Edition 174 - Décembre 2013
Document : DTU 14.1 (NF P11-221-1) (mai 2000) : Travaux de bâtiment - Travaux de cuvelage - Partie 1 : Cahier des clauses techniques + Erratum (novembre 2000) (Indice de classement : P11-221)

norme française

NF P 11-221-1
Mai 2000
DTU 14.1

travaux de bâtiment
travaux de cuvelage
partie 1 : cahier des clauses techniques

building works - tanking works - part 1 : technical specification

Bauarbeiten - Wanne zum Grundwasserschutz - Teil 1 : Technische Vorschriften

Statut

Norme française homologuée par décision du Directeur Général d'AFNOR le 20 mars 2000 pour prendre effet le 20 mai 2000.

Remplace la norme homologuée NF P 11-221 (DTU 14.1), de mai 1993.

Correspondance

A la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux européens ou internationaux traitant du même sujet.

Analyse

La présente norme propose les clauses techniques à insérer dans un marché de travaux de cuvelage de la partie immergée des bâtiments, la structure résistante et les retours de celle-ci étant réalisés en béton.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : bâtiment, contrat, cahier des charges, construction immergée, cuvelage béton, conditions d'exécution, revêtement hydrofuge, imperméabilisation, procédé de revêtement, étanchéité, calcul, vérification.

Modifications

Par rapport au document remplacé, refonte complète.

Corrections

Erratum de novembre 2000 paru dans le Cahier 3275 incorporé.

Par rapport au 1 er tirage, correction de la formule de la limite de contrainte de l'acier tendu au paragraphe 7.3.1.1

Sommaire

Liste des auteurs
1 Domaine d'application
2 Références normatives
3 Spécifications générales
3.1 Terminologie
3.2 Critères de choix
3.3 Niveaux de l'eau
3.3.1 Cas d'une nappe d'eau (voir figure 4)
3.3.2 Cas des eaux de ruissellement et d'infiltration (voir figures 2, 3 et 6)
3.3.3 Niveaux retenus par les DPM
4 Cuvelage avec revêtement d'imperméabilisation
4.1 Généralités
4.1.1 Partie immergée du bâtiment
4.1.2 Revêtements d'imperméabilisation
4.1.3 Conditions de service
4.2 Gros oeuvre
4.2.1 Prescriptions générales concernant la structure résistante et ses retours
4.2.1.1 Caractéristiques minimales du béton et de ses constituants

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

4.2.1.2 Mise en oeuvre
4.2.1.3 Liaisons entre structure résistante et retours
4.2.1.3.1 Cas particulier des plancher avec prédalles
4.2.1.3.2 Cas particulier des planchers avec entrevous
4.2.1.3.3 Cas particulier des planchers à dalles alvéolées
4.2.2 Joints
4.2.3 Points singuliers
4.2.4 Etat du support livré par le gros oeuvre
4.2.4.1 Constat contradictoire de l'état du support
4.2.5 Mise hors d'eau
4.3 Revêtements d'imperméabilisation
4.3.1 Définition du procédé
4.3.2 Préparation du support par l'entreprise d'imperméabilisation
4.3.3 Constat de bonne fin
4.3.4 Revêtement mince à base de mortier
4.3.4.1 Constitution minimale
4.3.4.2 Application du revêtement
4.3.5 Revêtement épais à base de mortier
4.3.5.1 Constitution minimale
4.3.5.2 Application du revêtement
4.3.6 Revêtement de minéralisation de surface
4.3.6.1 Constitution minimale
4.3.6.2 Mise en oeuvre
4.3.7 Revêtement à base de résine
4.3.7.1 Prescriptions générales
4.3.7.2 Constitutions minimales
4.3.7.3 Application du revêtement
4.3.8 Revêtement mixte
4.4 Parois moulées ou préfabriquées
4.4.1 Etat du support en zone courante
4.4.2 Joints
4.4.3 Points particuliers
4.5 Autres parois
4.6 Radiers gênés
4.6.1 Modalités d'exécution du radier
4.6.2 Modalités de constat contradictoire de l'état du radier (voir paragraphe 4.2.4.1)
5 Cuvelage à structure relativement étanche
5.1 Généralités
5.1.1 Partie immergée du bâtiment
5.1.2 Conditions de service
5.2 Gros oeuvre
5.2.1 Prescriptions générales concernant la structure résistante
5.2.1.1 Caractéristiques minimales du béton et de ses constituants
5.2.1.2 Mise en oeuvre
5.2.2 Joints
5.2.3 Points singuliers
5.2.4 Etat du parement livré par le gros oeuvre
5.2.4.1 Mise hors d'eau
5.3 Parois moulées ou préfabriquées
5.3.1 Etat du parement en zone courante
5.3.2 Joints
6 Cuvelage avec revêtement d'étanchéité
6.1 Généralités
6.1.1 Principes et définitions
6.1.2 Limites d'emploi
6.1.3 Conception et exécution
6.2 Gros oeuvre
6.2.1 Prescriptions générales
6.2.1.1 Caractéristiques minimales du béton et de ses constituants
6.2.1.2 Mise en oeuvre
6.2.2 Joints
6.2.3 Points singuliers
6.2.4 Ouvrages recevant le revêtement d'étanchéité
6.2.4.1 Généralités
6.2.4.2 Etat du support livré par le gros oeuvre
6.2.4.3 Mise hors d'eau
6.2.5 Relevés contradictoires et contrôles
6.2.5.1 Pour accepter le support sur lequel sera appliqué le revêtement d'étanchéité
6.2.5.2 Pour accepter l'étanchéité et/ou sa protection avant réalisation de la structure résistante interne
6.2.5.3 Pour contrôler éventuellement par sondage la non-dégradation de l'étanchéité et/ou sa protection par le gros oeuvre une fois le ferraillage mis en place et avant fermeture des coffrages en vue du bétonnage
6.3 Revêtement d'étanchéité
6.3.1 Généralités - définition du procédé
6.3.2 Revêtement d'étanchéité traditionnel
6.3.2.1 Limites d'emploi
6.3.2.2 Revêtement type bi-couche en feuille de bitume modifié
6.3.2.2.1 Matériaux
6.3.2.2.1.1 Feuille de bitume modifié par élastomère SBS
6.3.2.2.1.2 Enduit d'imprégnation à froid (EIF)
6.3.2.2.2 Complexe d'étanchéité
6.3.2.3 Revêtement type bicouche en asphalte
6.3.2.3.1 Matériaux
6.3.2.3.2 Complexe d'étanchéité
6.3.2.4 Joints
6.3.2.5 Traversées
6.3.2.6 Protection et désolidarisation
6.3.3 Revêtement monocouche par membranes PVC.P
6.3.3.1 Matériaux
6.3.3.2 Limite d'emploi
6.3.3.3 Composition du complexe
6.3.3.4 Mise en oeuvre
6.3.3.5 Compartimentage
6.3.3.6 Contrôle des soudures
6.3.3.7 Joints
6.3.3.8 Traversées
6.3.3.9 Couches de protection et de désolidarisation
6.3.3.9.1 Surfaces horizontales
6.3.3.9.2 Surfaces verticales

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

7 Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages de gros oeuvre
7.1 Actions de l'eau
7.2 Sollicitations de calcul
7.2.1 Etat limite ultime de résistance
7.2.1.1 Combinaison fondamentale
7.2.1.2 Combinaison accidentelle
7.2.2 Etat limite d'équilibre statique
7.2.3 Phases de construction
7.3 Prescriptions particulières concernant les cuvelages avec revêtement d'imperméabilisation
7.3.1 Etat limite de service vis-à-vis de l'ouverture des fissures
7.3.1.1 Limite de la contrainte de l'acier tendu
7.3.1.2 Limite de la contrainte de traction du béton
7.3.2 Dispositions constructives
7.3.2.1 Enrobage des armatures
7.3.2.2 Espacement des aciers et diamètre minimal
7.3.2.3 Pourcentage minimal
7.4 Prescriptions particulières concernant les cuvelages à structure relativement étanche
7.4.1 Etat limite de service vis-à-vis de l'ouverture des fissures
7.4.1.1 Limite de la contrainte de l'acier tendu
7.4.1.2 Limite de la contrainte de traction du béton
7.4.2 Dispositions constructives
7.5 Prescriptions particulières concernant les cuvelages avec revêtement d'étanchéité
7.5.1 Etat limite de service vis-à-vis de l'ouverture des fissures
7.5.2 Dispositions constructives
7.6 Ouvrages en béton précontraint
Annexe A (informative) Guide de choix
A.1 Critères de choix relatifs à la conception
A.2 Critères de choix relatifs à la mise en oeuvre
Bibliographie

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Membres de la commission de normalisation
Président : M COIN
Secrétariat : SNBATI

- M ANGOT CETEN-APAVE
- BENNETON CETE DE LYON
- BLACHERE AUXIRBAT
- BLOTIERE SIPLAST SA
- BOULART IMMOBILIERE 3 F
- CAPDEVIELLE SPI
- COIN SNBATI
- DARDARE CERIB
- DESLANDRES CSNE
- DEVILLEBICHOT SNBATI
- ENGEL ETANDEX
- FAYOUX ALKOR DRAKA

MME FERNANDEZ AFNOR

- M GICQUEL SIKA
- GOURY SNA
- GROSJEAN UMGO
- LEJEUNE CSTB
- LOUCHART ETANDEX
- MAFILLE WEBER ET BROUTIN
- MAHUET SEMALY
- MASSON CATED

MME MERLIN CSTB

- M MICHEL BUREAU VERITAS
- NETTER SMAC ACIEROID RECHERCHE INDUSTRIE

MME OSMANI SAE

- M PAILLE SOCOTEC
- PINCON BNTEC
- PROTHON SOCOTEC
- REITH CETU
- ROLLET ATILH
- SENIOR UNSFA
- TAILLEBOIS RATP - INGENIERIE DES INFRASTRUCTURES
- VIMEUX BOUYGUES

Groupe de rédaction animé par M COIN :

- M BOUTIN SOCOTEC
- COIN SNBATI
- CUNIN CEP
- DARDARE CERIB
- DESLANDRES CSNE
- ENGEL ETANDEX
- GIRARD SIKA ETANCHEITE FLEXIBLE
- GROSJEAN UMGO
- LAVISSE SOLETANCHE ENTREPRISE
- LOUCHART ETANDEX
- MICHEL BUREAU VERITAS
- NETTER SMAC ACIEROID

MME OSMANI SAE

- M PAILLE SOCOTEC
- PERFETTI CSNE
- PROTHON SOCOTEC
- SCHMOL SNBATI

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

1 Domaine d'application

Le présent document définit les conditions d'exécution des travaux de cuvelage de la partie immergée des bâtiments, la structure résistante, les retours de celle-ci et les ouvrages solidarisés étant réalisés en béton.

Les bâtiments concernés sont définis par le domaine d'application de la partie B des règles BAEL.

Les structures résistantes en béton de granulat courant sont celles justiciables par ailleurs des règles de conception de calcul et d'exécution les concernant. Le présent document ne traite donc pas des structures résistantes (et retours) des parties immergées réalisées à partir de granulats lourds ou légers ainsi que de celles en béton caverneux ou cellulaire et de celles en gros béton et de celles en maçonnerie d'éléments.

Ce document ne s'applique pas aux dallages sur tapis drainant, ceux-ci n'étant pas destinés à recevoir un revêtement d'imperméabilisation ou d'étanchéité.

Ce document ne s'applique pas non plus aux structures résistantes et retours des parties immergées réalisées à l'aide :

- d'ouvrages spéciaux pour lesquels des prescriptions particulières d'exécution sont données, par exemple : cuves et réservoirs ;
- d'éléments préfabriqués non traditionnels qui ne disposent pas d'Avis Technique ; dans ce cas, leur emploi relève de l'accord entre les parties.

Lorsque les éléments préfabriqués font l'objet d'un Avis Technique, leurs conditions générales d'emploi sont précisées dans cet Avis Technique. Toutefois, dans le cas où l'utilisation des ces éléments dans le cadre du DTU 14.1 serait prévue dans cet Avis Technique, le présent document précise les conditions complémentaires à satisfaire pour les utiliser pour constituer tout ou partie des retours associés aux structures résistantes.

Ce document doit figurer dans les pièces du marché de chacune des entreprises concernées.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

2 Références normatives

Le présent document comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à ce document que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

NF EN 12971-1,
Renforts - Spécification des fils de verre coupés - Partie 1 : Désignation (indice de classement : B 38-510-1).
NF EN 24624,
Peintures et vernis - Essai de traction (indice de classement : T 30-062).
NF EN ISO 846,
Plastiques - Evaluation de l'action des micro-organismes (indice de classement : T 51-022).
NF EN ISO 3251,
Peintures et vernis - Détermination de l'extrait sec des peintures, des vernis et des liants pour peintures et vernis (indice de classement : T 30-084).
NF EN ISO 10319,
Géotextiles - Essai de traction des bands larges (indice de classement : G 38-129).
NF EN ISO 13934-1,
Textiles - Propriétés des étoffes en traction - Partie 1 : Détermination de la force maximale et de l'allongement à la force maximale par la méthode sur bande (indice de classement : G 07-129-1).
P 11-212,
Fondations profondes pour le bâtiment (DTU 13.2).
NF P 18-201,
Travaux de bâtiment - Exécution des travaux en béton - Cahier des clauses techniques (DTU 21).
DTU P 18-702,
Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé, suivant la méthode des états limites (Règles BAEL 91).
DTU P 18-703,
Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton précontraint selon les méthodes des états limites (Règles BPEL 91).
P 18-836,
Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique - Produits de scellement à base de résines synthétiques - Essai de fluage en traction à + 23 °C ou + 50 °C.
P 18-870,
Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique - Produits ou systèmes de produits à base de résines synthétiques ou de liants hydrauliques pour collage structural entre deux éléments en béton - Caractères normalisés garantis.
NF P 61-202,
Travaux de bâtiment - Revêtements de sol scellés (DTU 52.1).
NF P 84-305,
Etanchéité - Produits asphaltiques.
NF P 84-350,
Feutres bitumes et chapes souples de bitume armé - Méthodes d'essais.
NF P 84-352,
Etanchéité - Revêtements d'étanchéité - Essai de poinçonnement statique.
NF P 84-501,
Géomembranes - Dispositif d'étanchéité par géomembranes (DEG) - Détermination des caractéristiques en traction.
NF P 84-506,
Géomembranes - Dispositif d'étanchéité par géomembranes (DEG) - Détermination de la résistance au poinçonnement dynamique - Cas d'un support rigide - Méthode du pendule.
NF P 84-509,
Géomembranes - Comportement dans l'eau - Essai accéléré et essai à long terme - Examen gravimétrique.
NF P 84-512-1,
Géomembranes - Dispositif d'étanchéité par géomembranes (DEG) - Partie 1 : Détermination de l'épaisseur - Cas des géomembranes lisses.
XP P 84-512-2,
Géomembranes - Dispositif d'étanchéité par géomembranes (DEG) - Partie 2 : Détermination de l'épaisseur - Cas des géomembranes non lisses.
NF T 54-111,
Matières plastiques - Feuilles transparentes en polyéthylène - Détermination du « trouble » par évaluation des lumières diffusée et transmise.
ISO 2808,
Peintures et vernis - Détermination de l'épaisseur du feuil.
ISO 9050,
Verre dans la construction - Détermination de la transmission lumineuse, de la transmission solaire directe, de la transmission totale de l'énergie solaire, de la transmission de l'ultraviolet et des facteurs dérivés des vitrages.

https://www.engcopilot.com/

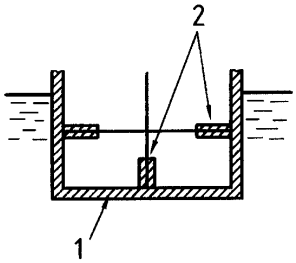
https://www.engcopilot.com/

3 Spécifications générales

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent :

3.1 Terminologie

Partie immergée du bâtiment : C'est la partie réputée située sous le niveau de l'eau, celle-ci pouvant résulter d'une nappe phréatique, d'une crue, de ruissellement ou d'infiltration. Cette partie comprend la périphérie soumise directement à l'action de l'eau, dite structure résistante, les parties intérieures adjacentes à cette périphérie et liées avec elle, dites retours, pour lesquelles des dispositions particulières doivent être prises et, enfin, les autres parties intérieures (voir Figure 1).



Légende

1 Structure résistante

2 Retours

Figure 1 - partie immergée du bâtiment

Cuvelage : Le cuvelage comprend la structure résistante et les retours de la partie immergée du bâtiment et, le plus souvent, un revêtement de cuvelage qui peut être d'imperméabilisation ou d'étanchéité à l'eau à l'état liquide.

Cuvelage avec revêtement d'imperméabilisation : Le revêtement d'imperméabilisation constitue un écran intérieur, adhérant à son support, pouvant assurer l'étanchéité en association avec celui-ci mais ne résistant pas à une fissuration appréciable de ce support. Ce revêtement est constitué d'enduits hydrofuges ou d'enduits pelliculaires à base de résine ou de revêtement de minéralisation de surface.

Cuvelage à structure relativement étanche : Ce cuvelage ne comporte pas de revêtement de cuvelage et il est, de ce fait, admis un léger passage d'eau éventuellement récupérée, défini par les chiffres suivants :

a. pour la structure résistante dans son ensemble :
   - moyenne annuelle : 0,5 l/m²/jour ;
   - moyenne hebdomadaire : 1,0 l/m²/jour ;

b. pour toute portion de structure résistante de 10 m² constituant un rectangle dont le rapport des côtés est compris entre 0,4 et 2,5 :
   - moyenne hebdomadaire : 2 l/m²/jour.

Cuvelage avec revêtement d'étanchéité : L'étanchéité est réalisée par un revêtement plastique, élasto-plastique ou élastique appliqué à l'extérieur de la structure résistant aux poussées de l'eau. Ce revêtement n'est pas nécessairement adhérent à la structure résistante et c'est alors la pression de l'eau qui l'applique sur celle-ci. Ce revêtement doit pouvoir s'adapter aux légères déformations ou fissurations des ouvrages qui lui sont accolés ou qui l'enserrent. Ce type de cuvelage est également considéré comme étanche à l'eau en phase vapeur.

Support du revêtement : partie de l'ouvrage destinée à recevoir le revêtement.

3.2 Critères de choix

Les trois types de cuvelage n'ont pas exactement le même domaine d'application et les critères de choix doivent porter entre autres sur les points suivants :

- destination des locaux ainsi que leur aménagement ;
- conditions d'exploitation de ces locaux (ventilation, climatisation) ;
- conditions d'accessibilité et d'entretien du revêtement de cuvelage ;
- possibilité de modification ultérieure et/ou de réparation du revêtement de cuvelage ;
- action de l'eau (action permanente, cyclique et accidentelle, agressivité, inondation éventuelle), nature et agressivité des sols, pollutions éventuelles, présence de racines perforantes ;
- action de la vapeur d'eau provenant du support ;
- comportement de l'ouvrage et de ses fondations (tassements,...) ;
- adaptation au site (mitoyens, phases de travaux,...) ;
- limites d'emploi des divers procédés de revêtement de cuvelage ;
- risques engendrés par la phase de construction (éboulements lors des fouilles, venues d'eau, intoxications et incendie avec l'utilisation de certaines résines ou solvants).

Un guide de choix, informatif, est donné en annexe.

Il est à noter qu'une grande partie des points précédents qui sont nécessaires pour effectuer convenablement le choix doivent figurer à cet effet dans les DPM (Documents Particuliers du Marché).

3.3 Niveaux de l'eau

L'action de l'eau dépend de son niveau.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

3.3.1 Cas d'une nappe d'eau (voir figure 4)

On distingue :

- le niveau des plus basses eaux « EB » qui donne les actions permanentes ;
- le niveau des hautes eaux « EH » qui correspond à la crue pouvant se produire au moins une fois tous les 10 ans. La différence avec le niveau EB donne les actions variables ;
- le niveau exceptionnel et conventionnel de l'eau « EE » qui correspond au niveau des plus hautes eaux connues et/ou prévisibles. La différence avec le niveau « EB » donne les actions accidentelles.

Dans le cas où l'inondation des locaux est admise et est réalisée par des orifices (ou partout autre dispositif équivalent), ceux-ci doivent être convenablement dimensionnés de façon que le niveau « EE », et éventuellement le niveau « EH », puisse être pris égal à celui situé à 50 cm au-dessus du niveau du fil d'eau de ces orifices (voir Figure 5).

3.3.2 Cas des eaux de ruissellement et d'infiltration (voir figures 2, 3 et 6)

Les eaux de ruissellement et d'infiltration correspondent à des actions permanentes (niveau EB).

Ce niveau EB correspond :

- au fil d'eau du réseau de drainage extérieur ou sous-jacent lorsqu'il existe ;
- au fil d'eau des barbacanes ou du réseau de drainage extérieur ou sous-jacent lorsqu'il existe et à chaque fois qu'il n'y a pas d'imposition de revêtement d'imperméabilisation ou d'étanchéité (voir Figure 2), plus 50 cm à chaque fois que les DPM formulent l'exigence d'un cuvelage avec revêtement d'imperméabilisation ou d'étanchéité (voir Figure 3) ;
- au niveau de l'exutoire naturel des couches perméables environnant l'ouvrage plus 50 cm lorsqu'il n'existe pas de drainage ou de barbacanes à chaque fois que les DPM formulent l'exigence d'un cuvelage avec revêtement d'imperméabilisation ou d'étanchéité ; ce niveau ne saurait dépasser le niveau de sol fini extérieur (voir Figure 6).

3.3.3 Niveaux retenus par les DPM

Les Documents Particuliers du Marché (DPM) doivent préciser dans le cas d'une nappe, les niveaux EB, EH et EE, et dans le cas des eaux de ruissellement et d'infiltration, le niveau EB.

> NOTE 1
>
> Les niveaux sont exprimés en cote NGF, de l'IGN.
>
> Il s'agit des niveaux au voisinage immédiat de l'ouvrage et la connaissance de ces niveaux peut parfois nécessiter des études hydrogéologiques mais la remise de tels documents ne dispense pas de l'obligation de faire figurer les niveaux EB, EH et EE (ou EB) dans les DPM.

Le niveau d'eau retenu pour le projet doit être EE dans le cas d'une nappe et EB dans le cas des eaux de ruissellement et d'infiltration. Par convention, le niveau ainsi retenu est désigné par « E ».

> NOTE 2
>
> Il est souhaitable que le caractère inondable éventuel soit porté à la connaissance des utilisateurs des locaux.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

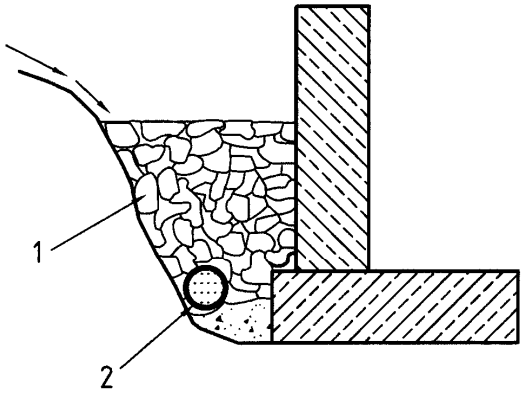
4 Cuvelage avec revêtement d'imperméabilisation

4.1 Généralités

4.1.1 Partie immergée du bâtiment

La partie immergée du bâtiment doit être conçue et calculée selon les règles de calcul du présent document.

Le revêtement d'imperméabilisation est appliqué sur la structure résistante jusqu'au niveau E ou, lorsque l'inondation des locaux est admise et réalisée par des orifices, jusqu'au niveau du fil d'eau des orifices.

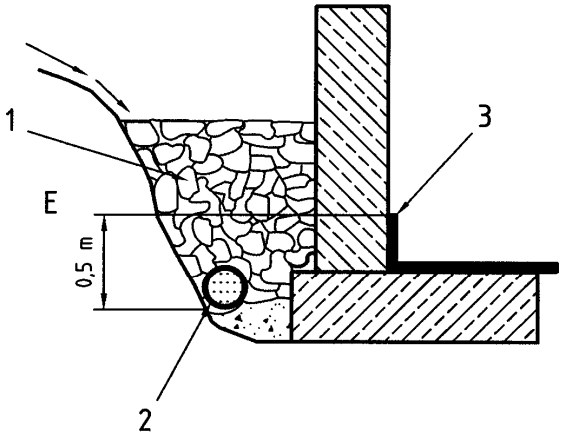


Légende

1 Matériau drainant

2 EB = Fil d'eau du réseau drainant

Figure 2 - exemples de cas d'eaux de ruissellement ou d'infiltration avec drainage sans revêtement



Légende

1 Matériau drainant

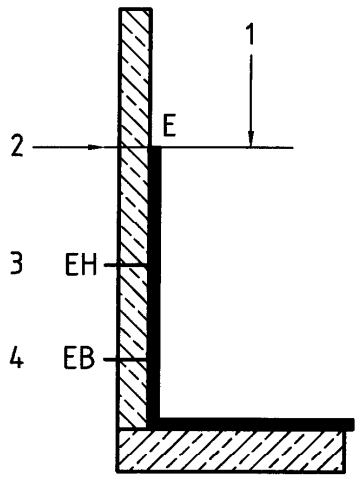
2 EB = Fil d'eau du réseau drainant

3 Arase cuvelage

Figure 3 - exemple de cas d'eaux de ruissellement ou d'infiltration avec drainage avec revêtement

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/



Légende

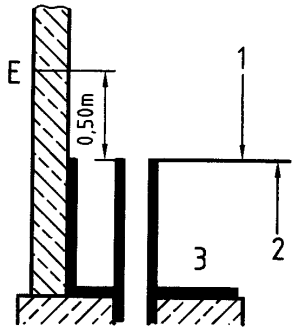
1 Arase cuvelage

2 Niveau des plus hautes eaux connues et/ou prévisibles

3 Hautes eaux

4 Basses eaux

Figure 4 - exemple de cas d'une nappe



Légende

1 Arase cuvelage

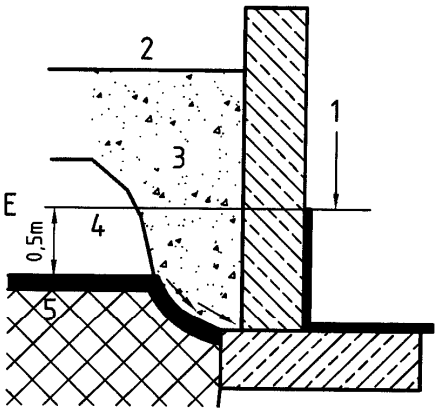
2 Arase des orifices

3 Cuvelage

Figure 5 - exemple de cas de locaux inondables

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/



Légende

1 Arase cuvelage

2 Niveau fini extérieur

3 Remblai

4 Terrain perméable

5 Terrain non perméable

Figure 6 - exemple de cas d'eaux de ruissellement ou d'infiltration sans drainage

L'entreprise de gros oeuvre doit, durant le chantier, matérialiser le niveau d'arase du cuvelage tracé sur le béton.

Le revêtement d'imperméabilisation est également appliqué sur les retours tels que défini de la façon suivante :

Planchers intermédiaires : Si H' représente la hauteur d'eau située au-dessus de la surface du plancher concerné pour atteindre le niveau E, les zones de plancher (face et sous-face) à revêtir sont délimitées par la longueur de cheminement $H_1 = 0,15$ H' avec un minimum de 1 m. La même règle s'applique dans le cas des voiles (et autres éléments) en béton constituant des retours sur enveloppe.

Poteaux et murs porteurs : Si H représente la hauteur d'eau située au-dessus de la surface du radier pour atteindre le niveau E, la zone à revêtir est délimitée par la longueur de cheminement H_2 donnée dans le Tableau 1.

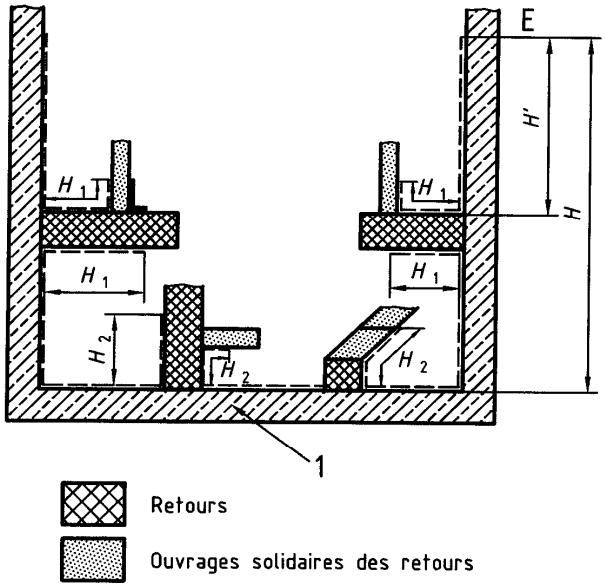
Hauteur d'eau (H) (en m)	**Longueur de cheminement**
$H \leq 1$	$H_2 = H$
$1 < H < 6,5$	$H_2 = 1$ m
$H \geq 6,5$	$H_2 = 0,15$ H

Tableau 1

Ouvrages solidaires des retours (escaliers, rampes,...) : Les ouvrages solidaires des retours (planchers, voiles, poteaux et murs) sont à revêtir sur des zones telles que la longueur de cheminement concernée (soit H_1, soit H_2) soit respectée (voir Figure 7). Pour les zones ainsi concernées, ces ouvrages solidaires sont assimilés aux retours et les prescriptions correspondantes leur sont applicables.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

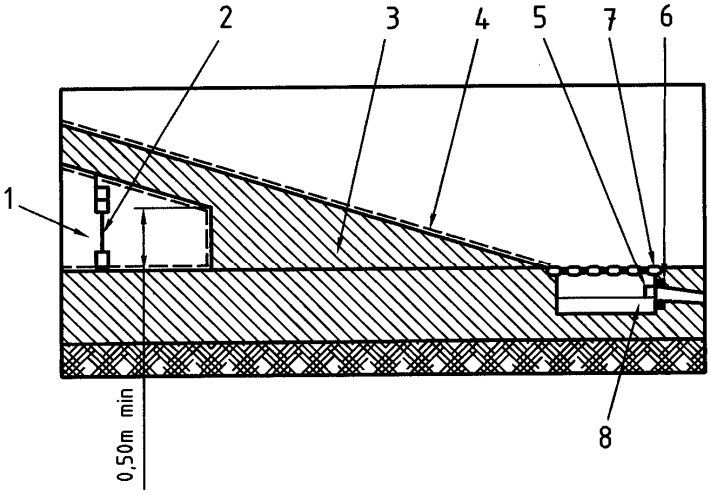


Légende

1 Structure résistante

Figure 7 - coupe type explicative

Cette conception devra permettre l'accès aux retours et ouvrages solidaires des retours pour l'application du revêtement.



Légende

1 Vide sous rampe muré par des parpaings

2 Trappe de visite

3 Talon massif

4 Revêtement de cuvelage

5 Bague étanche

6 Canalisation rejet

7 Grille

8 Caniveau de bas de rampe

Figure 8 - exemple de traitement d'une rampe d'accès

4.1.2 Revêtements d'imperméabilisation

On distingue quatre types principaux :

- revêtement mince à base de mortier ;

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

- revêtement épais à base de mortier ;
- revêtement à base de résine ;
- revêtement de minéralisation de surface.

Ces revêtements sont appliqués sur la structure résistante en épaisseur sensiblement constante et, à ce titre, n'ont pas pour objet, sauf spécification particulière des DPM de réaliser des qualités de planéité différentes de celles de la structure résistante.

4.1.3 Conditions de service

On tiendra compte du contrôle, de l'entretien et de la réparation éventuelle du revêtement d'imperméabilisation dans le choix de l'aménagement des locaux et de l'habillage des parois revêtues.

Comme les fuites et les traces d'humidité apparaissent en général au droit des zones défaillantes du cuvelage, les revêtements doivent rester visibles et accessibles pour faciliter tout contrôle et toute réparation ultérieure.

Toutefois, sont notamment admis :

- la pose de contre-cloisons si elles sont démontables ou si elles comportent des trappes de visite pour permettre l'examen du revêtement. Le vide d'air ainsi créé doit être ventilé, et une cunette est à prévoir en pied ;
- la réalisation de revêtements perméables à la vapeur d'eau, visés notamment par la NF P 61-202 (DTU 52.1), en pose scellée et adhérente, le mortier étant dosé au minimum à 350 kg de ciment courant de classe 52,5 ou à 400 kg de ciment courant de classe 42,5 par mètre cube de sable sec ou en pose collée au mortier colle bénéficiant d'un Avis Technique et visé dans le cahier des charges du revêtement d'imperméabilisation. La finition du revêtement d'imperméabilisation doit permettre l'adhérence du mortier colle.

  NOTE 1
  Sont considérés comme perméables à la vapeur d'eau, les revêtements qui sont perméables à la vapeur d'eau dans leur masse ou qui, bien qu'imperméables à la vapeur d'eau dans leur masse, sont posés par assemblage de petits éléments avec des joints entre eux, ces joints étant perméables à la vapeur d'eau.

- le flocage pour les protections incendie des retours de cuvelage sur les planchers intermédiaires ;
- la réalisation sur le revêtement d'imperméabilisation de petits ouvrages (massifs, escaliers,...). Ces ouvrages ne doivent pas participer à la résistance et la stabilité de l'ouvrage pour que soit possible leur démolition éventuelle en cas de besoin ; ces ouvrages doivent être de dimensionnement faible pour permettre de réparer si possible le cuvelage par des procédés d'injection.
- la réalisation de maçonneries hourdées au mortier pour monter des cloisons séparatives après réalisation du cuvelage.

Le revêtement d'imperméabilisation ne doit pas être soumis à des températures excessives compte tenu du procédé utilisé.

NOTE 2
La température maximale communément admise est 50 °C.

4.2 Gros oeuvre

4.2.1 Prescriptions générales concernant la structure résistante et ses retours

4.2.1.1 Caractéristiques minimales du béton et de ses constituants

Se conformer à la norme NF P 18-201 (DTU 21) .

Ces ouvrages relèvent de la catégorie E (paragraphe 3.1 de la NF P 18-201), étant entendu qu'en ce qui concerne le paragraphe 4.2 de la norme NF P 18-201, les vérifications sont celles de la catégorie D.

Pour les dosages minimaux, la structure résistante est à classer dans les ouvrages exposés (paragraphe 3.3 de la NF P 18-201).

Dans le cas d'un milieu extérieur agressif (sol et/ou eau), le choix des matériaux (ciment,...) et la composition du béton doivent être arrêtés en conséquence.

4.2.1.2 Mise en oeuvre

Se conformer à la norme NF P 18-201 (DTU 21) et en particulier au paragraphe 2.2. Le béton doit présenter, in fine, une bonne compacité dans la masse et peu de ragréages, ce qui suppose un soin particulier dans la mise en oeuvre.

En cas de présence d'eau, il convient de procéder à une étude particulière à caractère technique justifiant de la faisabilité, de l'aptitude à l'emploi, de la pérennité et, le cas échéant, de la réparabilité (lessivage du béton,...).

Les démoulants et produits de cure doivent être compatibles avec le procédé d'imperméabilisation prévu.

NOTE
A défaut d'études particulières à caractère technique justifiant de la faisabilité, de l'aptitude à l'emploi, de la pérennité et, le cas échéant, de la réparabilité, un critère important pour obtenir une bonne compacité in situ pourrait consister à limiter le rapport eau/ciment à au plus 0,55.

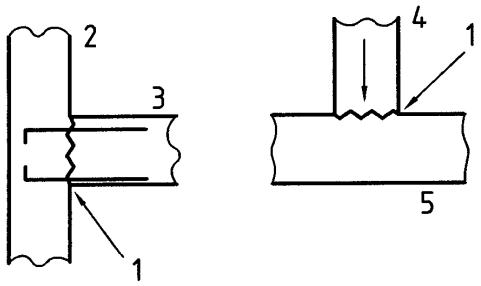
4.2.1.3 Liaisons entre structure résistante et retours

Cette liaison est réalisée (voir Figure 9) :

- soit, par continuité de coulage (amorce de voile sur la structure résistante,...) ;
- soit, par reprise de bétonnage avec aciers en attente (planchers,...) ;
- soit, par reprise de bétonnage avec ou sans aciers en attente dans le cas d'une compression permanente (pied de poteau ou voiles porteurs sur radier,...).

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/



Légende

1 Reprise de bétonnage

2 Voile

3 Plancher

4 Mur

5 Radier

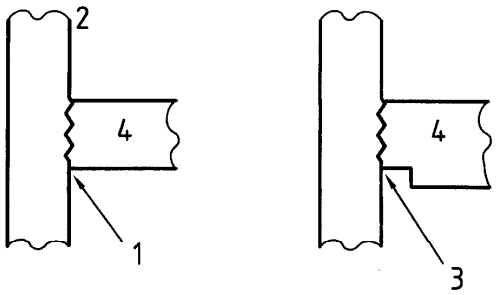
Figure 9 - exemples de cas avec liaison

Les reprises de bétonnage doivent être conçues puis positionnées dans les zones les moins nuisibles de façon à limiter leur influence ultérieure. Elles doivent être conçues conformément aux prescriptions des règles BAEL relatives aux surfaces de reprises et réalisées conformément aux prescriptions de la norme NF P 18-201 (DTU 21).

NOTE
Les arrêts de bétonnage, à l'aide de coffrages lisses et aciers repliés puis dépliés, sont à considérer comme des joints de construction fermés dés lors que les opérations de traitement prévues à la norme NF P 18-201 (DTU 21) ne sont pas intégralement effectuées.
Les reprises de bétonnage sont à examiner tout particulièrement dans le cas des radiers et autres dalles résistant aux sous-pressions.

Dans ces trois cas de liaison entre la structure résistante et son retour, on peut considérer que le monolithisme est reconstitué et/ou assuré.
Lorsqu'il n'y a pas de liaison, la jonction entre la structure résistante et son retour est à traiter (voir Figures 10 et 11) :

- soit, comme un joint de construction fermé (amorce de voile coulé en joint sec contre les structures réistantes,...) ;
- soit, comme un joint de construction ouvert (voir les cas particuliers traités dans les paragraphes 4.2.1.3.1 à 4.2.1.3.3) ;
- soit, par continuité de l'imperméabilisation (exécuté avant ou après,...).



Légende

1 Joint de construction fermé

2 Voile

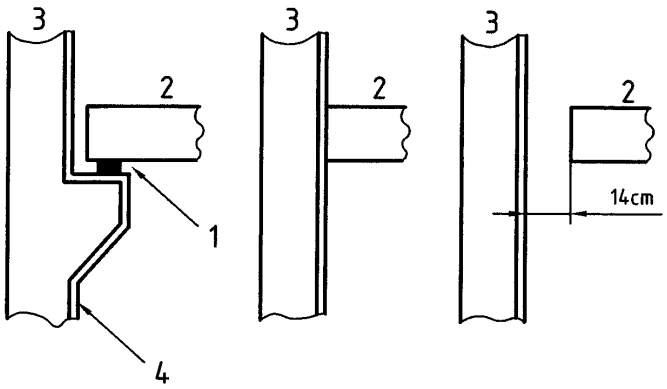
3 Joint de construction ouvert

4 Mur

Figure 10 - exemples de cas sans liaison

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/



Légende

1 Appui déformable

2 Plancher

3 Voile

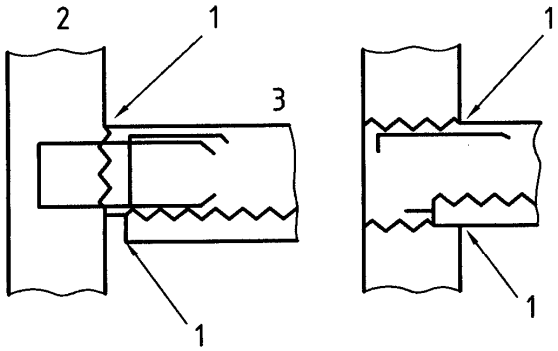
4 Revêtement

Figure 11 - exemples de cas sans liaison

Le repos (ou contact) par l'intermédiaire d'appuis déformables de la structure intérieure sur (avec) le cuvelage ne constitue pas une liaison.

4.2.1.3.1 Cas particulier des plancher avec prédalles

On a généralement des liaisons avec reprise de bétonnage ou assimilées à des reprises de bétonnage, du fait de la présence des aciers.



Légende

1 Reprise de bétonnage ou assimilé à des reprises de bétonnage du fait des aciers

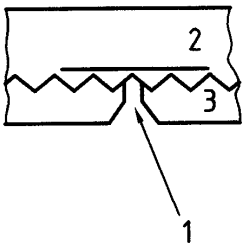
2 Paroi

3 Dalle

Figure 12 - exemples de coupe sur paroi

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/



Légende

1 Reprise de bétonnage ou assimilé à des reprises de bétonnage du fait des aciers

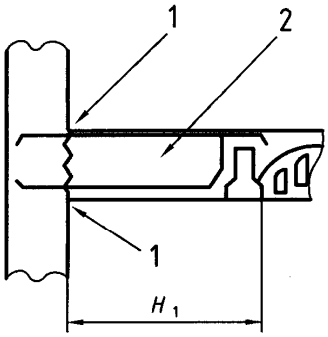
2 Dalle de deuxième phase préalable

3 Prédalle

Figure 13 - exemple de jonction entre deux prédalles

4.2.1.3.2 Cas particulier des planchers avec entrevous

Les entrevous doivent être supprimés dans la zone prévue pour les retours et remplacés par du béton plein mis en oeuvre et lié avec les poutrelles. On a ainsi, généralement, des liaisons avec reprise de bétonnage ou assimilées.

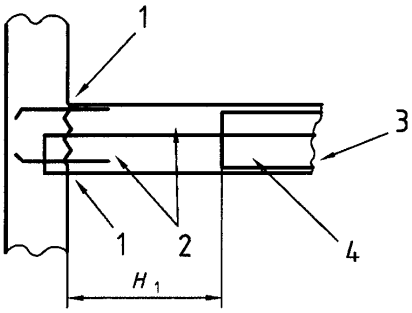


Légende

1 Reprise de bétonnage

2 Béton coulé en place

Figure 14 - exemple de cas de poutrelles parallèles à la paroi



Légende

1 Reprise de bétonnage

2 Béton coulé en place

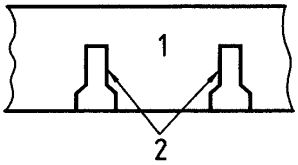
3 Poutrelle

4 Entrevous

Figure 15 - exemple de cas de poutrelles perpendiculaires à la paroi

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/



Légende

1 Béton de remplissage

2 Traitement de surface du type résine d'adhérence avant coulage du béton de remplissage conforme à la P 18-870

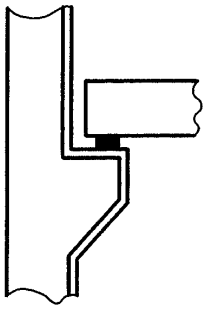
Figure 16 - exemple de coupe sur les poutrelles

Un traitement de surface des flancs et du dessus des poutrelles sur la longueur H_1 doit être assuré pour éviter le cheminement de l'eau à l'interface.

4.2.1.3.3 Cas particulier des planchers à dalles alvéolées

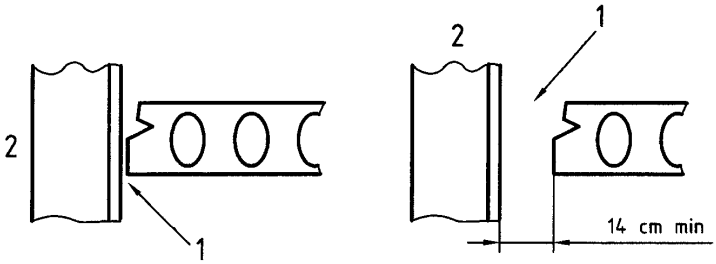
L'emploi de dalles alvéolées peut être envisagé pour autant que soient étudiés et remis avant mise en oeuvre tous les détails traitant de la continuité de la structure résistante et de ses retours ainsi que du revêtement dans tous les points singuliers de l'ouvrage.

Une première solution consiste à assurer la continuité de l'imperméabilisation.



Revêtement d'imperméabilisation passé avant

Figure 17 - exemple de coupe sur appui



Revêtement d'imperméabilisation passé avant

Revêtement d'imperméabilisation passé après

Légende

1 Possibilité de bourrage après coup

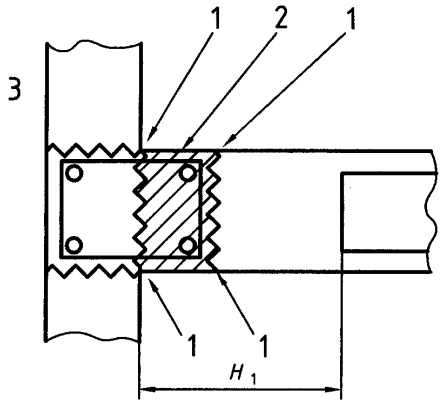
2 Paroi

Figure 18 - exemple de coupe dans le cas d'un voile parallèle au sens porteur

Une deuxième solution consiste à reconstituer en usine un béton plein dans la zone prévue pour les retours, et à entailler en usine latéralement ces dalles en rive.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/



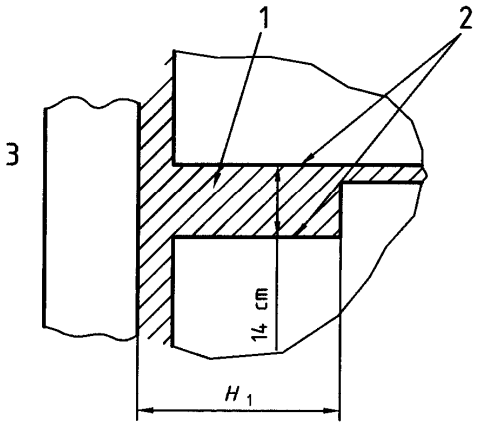
Légende

1 Reprise de bétonnage

2 Coulé sur place

3 Paroi

Figure 19 - exemple de coupe sur appui



Légende

1 Coulé sur place

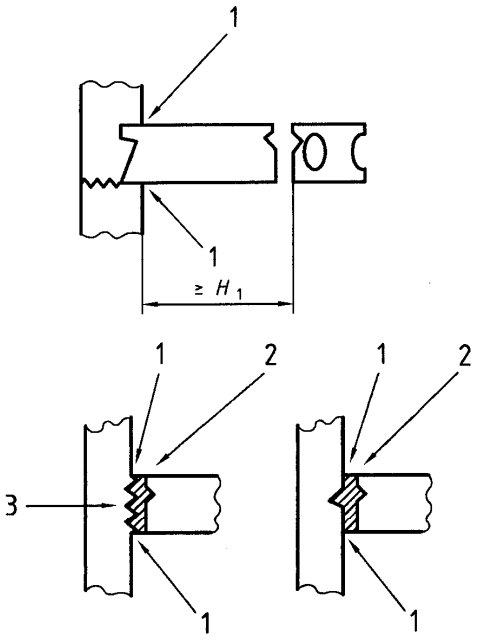
2 Traitement de surface du type résine d'adhérence avant coulage du béton de remplissage conforme à la P 18-870

3 Paroi

Figure 20 - exemple de jonction de deux dalles : vue en plan

https://www.engcopilot.com/

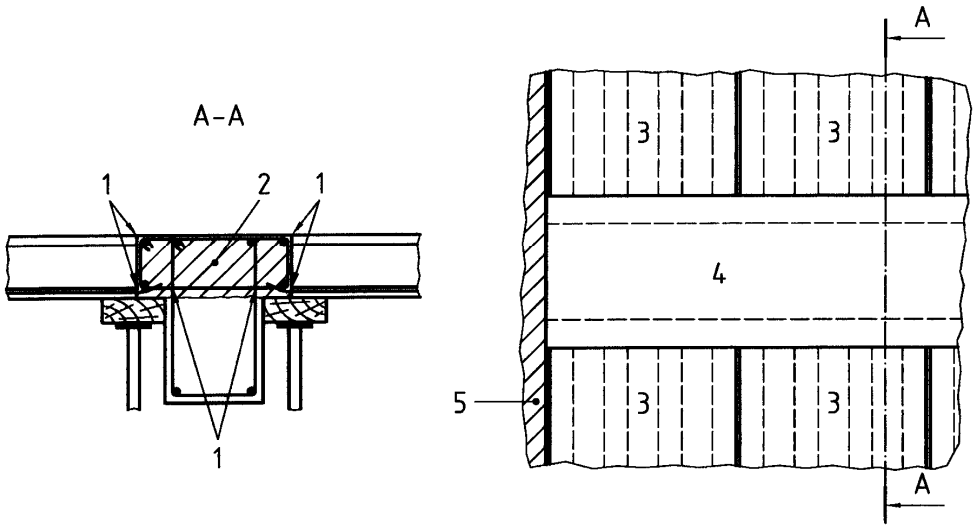
https://www.engcopilot.com/



Légende

1 Joint de construction fermé
2 Clavetage coulé sur place
3 Surface rugueuse

Figure 21 - exemples de cas d'appui latéral



a) Coupe **b) Vue en plan**

Légende

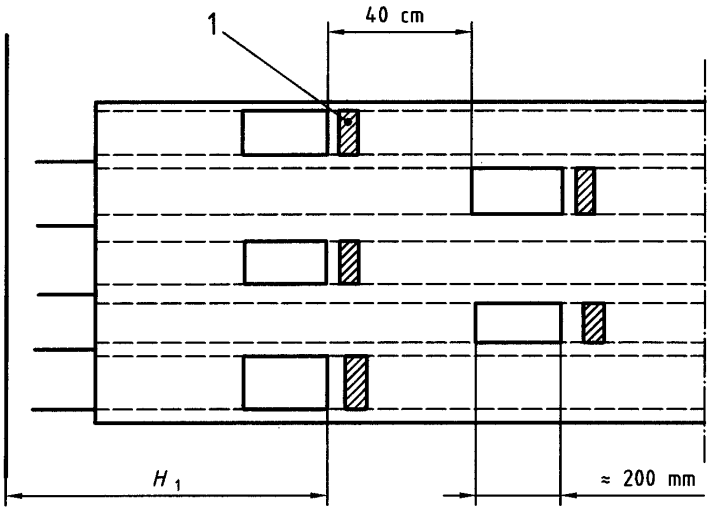
1 Reprise de bétonnage
2 Coulé sur place
3 Dalles alvéolées
4 Poutre
5 Paroi

Figure 22 - exemple de cas d'appui sur poutre dans les zones de retour

Une troisième solution consiste à percer en usine le toit des alvéoles en quinconce de façon à permettre le remplissage sur site de celles-ci à l'aide d'un béton plastique à faible retrait et à entailler latéralement ces dalles en rive (voir Figures 23 et 24).

https://www.engcopilot.com/

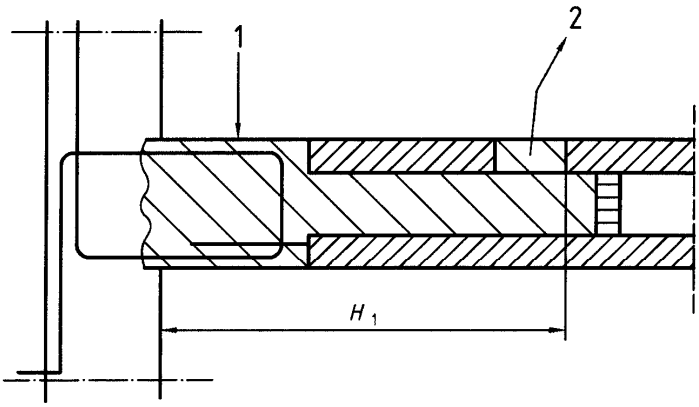
https://www.engcopilot.com/



Légende

1 Bouchon

Figure 23 - exemple de perçage en usine des alvéoles : vue en plan



Légende

1 Coulage du béton sur site

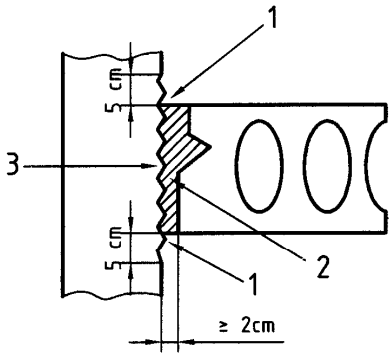
2 Évent

Figure 24 - exemple de perçage en usine des alvéoles : vue de coupe

Une quatrième solution consiste à assurer la continuité de l'imperméabilisation dans des joints inaccessibles par injection d'un mortier de résine étanche possédant par ailleurs une résistance à la compression minimale spécifiée.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/



Légende

1 Joint de construction fermé

2 Mortier de résine $\sigma_c > 15$ MPa

3 Béton repiqué à vif

Figure 25 - exemple dans le cas d'un voile parallèle au sens porteur : vue de coupe

Cette prestation de mortier de résine étanche est obligatoirement au lot de l'entreprise d'imperméabilisation, les caractéristiques de résistance à la compression à obtenir lui étant données par l'entreprise de gros oeuvre. L'entreprise de gros oeuvre doit repiquer le béton à vif sur la tranche de la dalle et l'entreprise d'imperméabilisation doit avoir accepté cet état.

NOTE
Il résulte des quatre solutions évoquées ci-avant que les dispositions des figures 26 et 27 sont interdites.

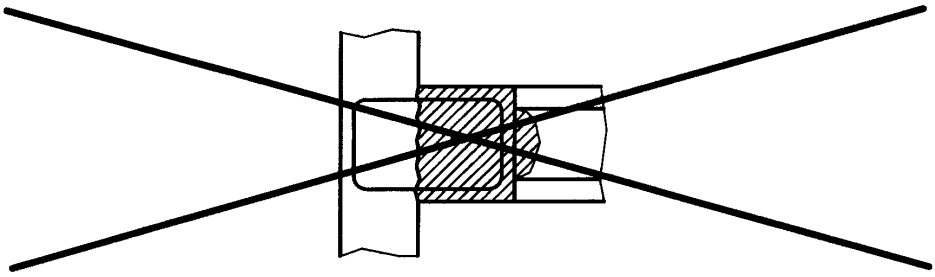
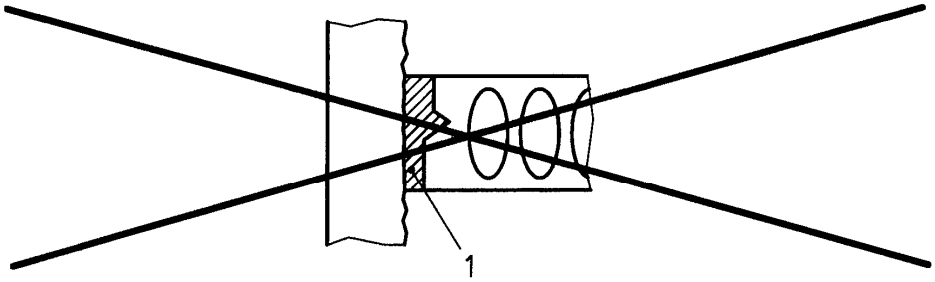


Figure 26 - longueur des retours insuffisants



Légende

1 Mortier de résine injecté par le gros œuvre

Figure 27 - exemple d'interdiction de traitement des joints par le gros oeuvre

4.2.2 Joints

Il existe deux types de joints :

a. ceux réputés inertes. Ces joints comprennent :
   - les reprises de bétonnage qui le plus souvent sont inertes au stade de l'intervention de l'étancheur ;
   - les joints de construction fermés ;

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

- les joints de construction ouverts.

Les joints de construction fermés et ouverts peuvent encore évoluer un peu pour finalement se stabiliser et devenir inertes.

L'entreprise de gros oeuvre doit remettre les documents nécessaires au repérage de tous ces joints en les classant suivant les trois rubriques précédentes.

Un relevé contradictoire de ces joints est, en outre, effectué lors de l'acceptation du support avant tous travaux d'imperméabilisation.

Ces joints, réputés inertes, sont à traiter par tout procédé de pontage ou de calfeutrement assurant la continuité de l'imperméabilisation, étant entendu que les procédés de traitement peuvent être différents suivant qu'il s'agit de reprise de bétonnage ou de joints de construction fermés ou ouverts.

NOTE 1

Ce qui explique la nécessité de distinguer ces trois types dans les documents et les relevés. En effet, les reprises de bétonnage peuvent le plus souvent être traitées par simple calfeutrement alors que les joints de construction doivent le plus souvent être traités par pontage ou autres procédés spéciaux particuliers.

b. ceux de fonctionnement de l'ouvrage, ou joints actifs, prévus pour permettre des déplacements relatifs. Tous les joints actifs, ainsi que l'ordre de grandeur des déplacements les concernant, doivent être précisés dans les DPM.

L'entreprise de gros oeuvre doit également remettre les documents nécessaires au repérage de tous les joints actifs.

Parmi ces joints, on distingue en outre ceux pour lesquels un déplacement théorique relatif peut être supérieur à 1 cm tous azimuts.

NOTE 2

Les déplacements relatifs constatés en période d'exploitation de l'ouvrage sont, la plupart du temps, inférieurs à cette limite de 1 cm.

Les joints actifs à déplacement relatif théorique supérieur à ± 1 cm font l'objet d'études particulières à caractère technique justifiant de la faisabilité, de l'aptitude à l'emploi, de la pérennité et, le cas échéant, de la réparabilité.

Les joints actifs à déplacement relatif théorique inférieur à ± 1 cm doivent être de largeur suffisante ou être équipés de feuillure de largeur suffisante pour permettre la mise en place et le fonctionnement normal du système de pontage du joint.

On étudie l'emplacement et le tracé des joints actifs de façon à en limiter le linéaire et les rendre simples et accessibles, notamment en écartant les poteaux des joints et en prévoyant des trémies là où le joint traverse les retours. Ces trémies peuvent être ensuite obturées par des éléments amovibles ou facilement démolissables.

NOTE 3

On rencontre souvent les dispositions des croquis suivants :

- joint de paroi et de plancher (voir Figures 28 et 29) ;

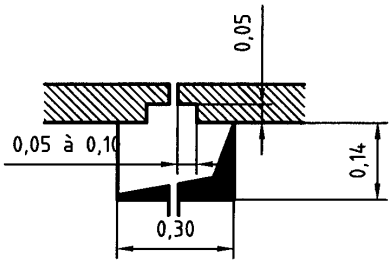


Figure 28 - joint de paroi et de plancher : vue en plan

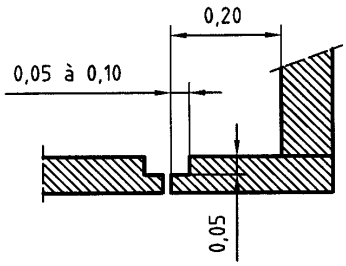


Figure 29 - joint de paroi et de plancher : coupe verticale sur radier

- joint de radier et poteaux (voir Figures 30 et 31).

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

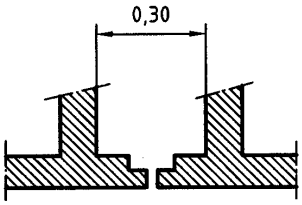


Figure 30 - joint de radier et poteaux : coupe verticale

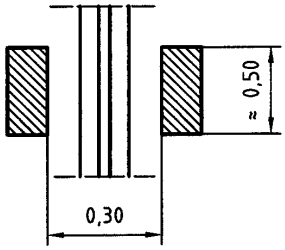


Figure 31 - joint de radier et poteaux : coupe horizontale

NOTE 4
Le traitement des joints et fissures est à effectuer par l'entreprise d'étanchéité (voir paragraphe 4.3.1).

Les DPM peuvent préciser certaines précautions préalables complémentaires.

NOTE 5
Par exemple, les bandes d'arrêt d'eau incorporées au gros oeuvre apportent un complément qualitatif appréciable dans la mise en oeuvre et l'entretien du système de pontage du joint sans pour autant pouvoir se substituer au traitement du joint (voir Figure 32).

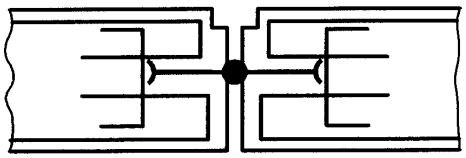


Figure 32 - exemple de coupe sur bande d'arrêt d'eau

4.2.3 Points singuliers

Lorsque l'utilisation des locaux conduit à prévoir un système de pentes, rigoles, puisards et fosses de relevage, celui-ci est incorporé de façon monolithique à la structure.

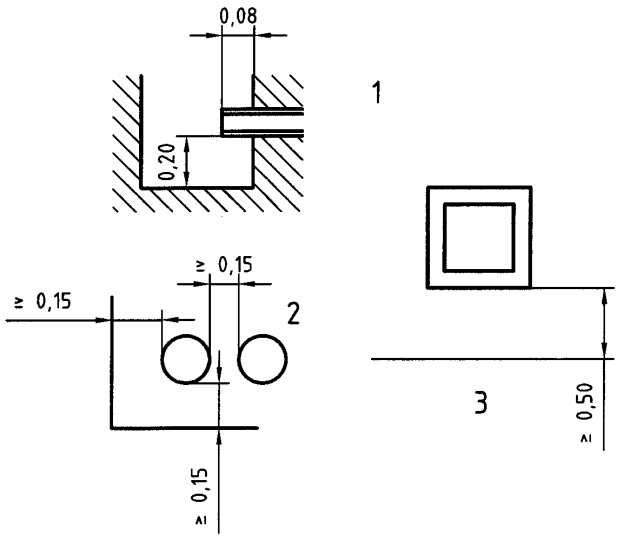
Dans tous les cas, il doit être réalisé au moins une fosse de relevage.

NOTE 1
Les dimensions minimales finies des fosses sont habituellement de 50 cm × 50 cm × 50 cm.
Dans le cas de fosses plus profondes, la largeur est portée à 100 cm.
La largeur minimale finie des caniveaux est habituellement de 50 cm.

Les canalisations, tuyaux et autres ouvrages rapportés ou saillants doivent permettre l'exécution du revêtement d'imperméabilisation, ce qui implique le respect de cotes minimales (voir Figure 33).

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/



Légende

1 Tuyau

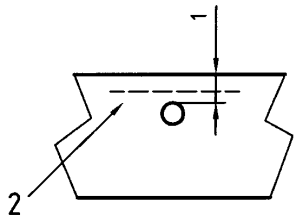
2 Canalisation

3 Carneau

Figure 33 - exemple de cotes minimales

Les huisseries incorporées au coulage doivent faire l'objet d'une étude particulière à caractère technique justifiant de la faisabilité, de l'aptitude à l'emploi, de la pérennité et, le cas échéant, de la réparabilité.

Les incorporés divers (canalisation, filerie,...) sont à éviter dans la structure résistante et ses retours et lorsque cela n'est pas possible, ils doivent être positionnés avant bétonnage de la structure de façon à ne pas favoriser la création localisée d'une fissure de retrait (voir Figure 34). Ces incorporés doivent en outre faire l'objet d'études particulières (fragilité, étanchéité des raccords éventuels, aptitude à la réparation,...).



Légende

1 Distance minimale à respecter, par exemple 5 cm

2 Treillis soudé de surface éventuel à ajouter

Figure 34 - exemple de coupe sur un incorporé dans un radier

Ils sont proscrits dans l'épaisseur du revêtement d'imperméabilisation ou à l'interface de celui-ci avec la structure.

Les traversées des structures résistantes sont à éviter. Lorsque cela n'est pas possible, elles doivent faire l'objet d'études particulières à caractère technique justifiant de la faisabilité, de l'aptitude à l'emploi, de la pérennité et, le cas échéant, de la réparabilité (fragilité, étanchéité des raccords éventuels, aptitude à la réparation,...) (voir Figure 35).

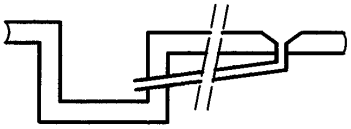


Figure 35 - exemple de coupe sur une traversée

Les scellements ne doivent pas nuire à l'intégrité de l'imperméabilisation du cuvelage.

NOTE 2
On peut, soit envisager des empochements d'au moins 20 cm × 20 cm × 20 cm comportant le revêtement d'imperméabilisation, soit envisager tout scellement direct compatible avec le procédé et respectant la P 18-836.

Les têtes d'ancrage des tirants actifs définitifs participant à la stabilité de la structure résistante et/ou de ses retours doivent faire

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

l'objet d'études particulières (voir paragraphe 4.4.3).

4.2.4 Etat du support livré par le gros oeuvre

Le support livré par le gros oeuvre est conforme aux prescriptions concernant les parements courants de la NF P 18-201 (DTU 21), paragraphe 5.2, sauf exigence supérieure du DPM.

Le support doit être considéré comme suffisamment stabilisé pour être apte à recevoir le procédé d'imperméabilisation retenu.

Sauf utilisation de bétons spéciaux étudiés en vue de minimiser les effets du retrait, la structure résistante et ses retours doivent avoir au moins 28 jours.

Les remblais contre les parois extérieures doivent être effectués avant mise en place du revêtement sauf impossibilité technique (cas de certains rabattements de nappe par l'extérieur).

L'essentiel des charges permanentes gravitaires (poids propre, poids mort rapporté,...) agissant sur la structure résistante et ses retours doit s'exercer avant mise en place du revêtement. A ce motif, il n'est pas exclu d'envisager qu'une phase de construction notablement différée des superstructures, surmontant la structure résistante et ses retours, ne conduise à l'apparition de défauts d'imperméabilisation du cuvelage consécutifs à cette nouvelle phase de construction.

S'il est nécessaire de procéder à des ragréages pour obtenir les caractéristiques précédentes, l'entreprise de gros oeuvre doit utiliser des matériaux et méthodes compatibles avec le procédé d'imperméabilisation prévu. Ces ragréages doivent être effectués postérieurement au constat contradictoire visé au paragraphe 4.2.4.1.

4.2.4.1 Constat contradictoire de l'état du support

Il doit être procédé à un constat de façon à :

- vérifier la conformité au présent document ;
- vérifier la compatibilité du procédé avec le support ;

  en cas de doute sur l'aptitude à l'adhérence, il sera effectué des essais contradictoires des zones concernées de traction directe sur des pastilles, conformément à la norme NF EN 24624, appliquées après décapage de la laitance de ciment superficielle ; la cohésion superficielle ne devra pas être inférieure à 1 MPa ;

  > NOTE 1
  > S'il n'en était pas ainsi, les travaux supplémentaires de préparation des supports et de reconstitution du parement demandés dans les DPM feront l'objet d'un règlement indépendant dont l'imputation sera liée à l'insuffisance de la cohésion superficielle du support.

- relever les joints inertes et les joints actifs et les comparer à ceux figurant sur les documents remis par l'entreprise de gros oeuvre (voir paragraphe 4.2.2) ;
- relever les fissures existantes en sus des joints, qui devront alors être classées par l'entreprise de gros oeuvre suivant leur aptitude à évolution (soit inertes et/ou en phase de stabilisation, soit actives) de façon à ce que leur traitement puisse être défini.

Le constat contradictoire du support doit également porter sur la présence d'eau et sa compatibilité avec le procédé d'imperméabilisation retenu, en particulier sa mise en oeuvre.

> NOTE 2
> Lorsque l'équilibre statique le permet, il est le plus souvent souhaitable d'arrêter provisoirement le rabattement de nappe pour mettre en évidence les éventuels cheminements préférentiels de l'eau.

Ce relevé sert de base aux travaux de revêtement d'imperméabilisation à effectuer.

Le traitement des fissures actives est dans tous les cas réglé en sus à l'entreprise d'imperméabilisation dont l'imputation sera liée à l'origine de ces fissures actives.

> NOTE 3
> Si les travaux de traitement des fissures inertes et/ou en phase de stabilisation et ceux de traitement des joints réputés inertes sont plus importants que ceux qui pouvaient normalement être prévus, soit du fait de changements dans le mode de construction (type de planchers,...), soit pour une exécution du gros oeuvre conforme au présent document, le supplément correspondant fera alors l'objet d'un règlement indépendant dont l'imputation sera liée à l'origine des fissures et joints réputés inertes concernés.

4.2.5 Mise hors d'eau

Il peut être nécessaire de procéder à des opérations de rabattement ou de les poursuive. Les DPM doivent définir les conditions de rabattement et peuvent préciser à qui incombe cette tâche. Ils peuvent également préciser à qui incombe la tâche de fermeture des puits de pompage ainsi que celle d'obturation des orifices éventuels associés au pompage dans la structure résistante.

> NOTE
> C'est le plus souvent l'entreprise de gros oeuvre qui est chargée de ces tâches.

Ce rabattement est nécessaire, soit jusqu'à ce que le revêtement ait acquis ses caractéristiques spécifiques et/ou soit pour que l'ouvrage équilibrant la sous pression ait acquis une résistance et une masse suffisantes.

4.3 Revêtements d'imperméabilisation

4.3.1 Définition du procédé

A défaut d'une normalisation, chaque procédé fait l'objet d'un Avis Technique. A défaut, il est décrit par un cahier des charges visé favorablement par un contrôleur agréé et servant de base à l'accord entre les parties.

Ces divers documents doivent traiter en particulier des points suivants :

- domaine d'application et restrictions d'emploi ;
- matériaux utilisés : caractéristiques physiques et chimiques, contrôle de fabrication et modalités d'emploi ;
- supports compatibles : caractéristiques physiques et chimiques, état de surface (rugosité, propreté,...), présence d'eau et/ou taux d'humidité maximal du support ;

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

- agressivité des milieux ambiants ;
- technique d'exécution :
  - travaux préparatoires ;
  - matériel de mise en oeuvre ;
  - exécution du revêtement, y compris points singuliers ;
  - traitement des joints et fissures :
    - reprise de bétonnage ;
    - joint de construction fermé ;
    - joint de construction ouvert ;
    - joint actif ;
    - fissures inertes et/ou en phase de stabilisation ;
    - fissures actives ;
- travaux de parachèvement, y compris la préparation de surface ou la finition ;
- travaux en présence de débit d'eau ;
- protections complémentaires, revêtements, habillages, compatibles ;
- contrôles, essais et réception ;
- entretien et possibilité de réparation.

Dans le cas d'utilisation simultanée de deux procédés distincts, il doit être fait la preuve de leur compatibilité. Ainsi, on ne peut pas habituellement traiter les fissures se produisant après application du revêtement d'un procédé parutilisation des techniques ou des produits décrits dans un autre procédé que celui utilisé sauf études particulières à caractère technique justifiant de la faisabilité, de l'aptitude à l'emploi, de la pérennité et, le cas échéant, de la réparabilité.

La composition minimale du revêtement doit lui permettre d'assurer l'imperméabilisation sous une hauteur d'eau de 8 m (différence entre le niveau E et le niveau supérieur du radier ou dallage sur tapis drainant). Le revêtement doit tenir à l'essai de contrepression sans passage d'eau ni cloquage (dans l'attente de la valeur qui sera fixée dans une norme en préparation, la valeur de 0,5 MPa doit être retenue). Au-delà, le cahier des charges du procédé devra indiquer les dispositions complémentaires à mettre en place.

4.3.2 Préparation du support par l'entreprise d'imperméabilisation

La surface du support doit être préparée dans sa totalité pour obtenir l'état de surface réclamé par le procédé à mettre en oeuvre.

> NOTE 1
> La préparation vise également le chanfreinage des arêtes, le traitement des cueillies et autres points singuliers.

Les procédés chimiques ou thermiques de préparation ne sont pas admis lorsqu'ils ont des conséquences sur le comportement ultérieur du support et du revêtement.

> NOTE 2
> On peut, en particulier, procéder par repiquage, sablage, décapage à l'eau sous pression, emploi de retardateur de prise de surface, bouchardage

La présence d'eau en surface du support ainsi préparé doit être maîtrisée à un niveau compatible avec la mise en oeuvre du procédé.

Les lèvres des joints et fissures sont préparées en vue de leur traitement spécifique ultérieur.

4.3.3 Constat de bonne fin

S'il s'avérait nécessaire de procéder à un constat de bonne fin en vue de permettre à d'autres entreprises d'intervenir sur le revêtement, il conviendrait, pour ce faire, que les autres causes d'humidité des locaux (pluviales non raccordées, absence de ventilation,...) soient supprimées et si possible que le rabattement de nappe soit arrêté (voir paragraphe 4.2.5) en vue de vérifier la qualité des travaux d'imperméabilisation.

4.3.4 Revêtement mince à base de mortier

Ce type de revêtement est constitué par un mortier adjuvanté, conditionné en usine, dont les constituants le rendent apte à être appliqué en couches minces.

4.3.4.1 Constitution minimale

L'épaisseur minimale totale du revêtement doit être supérieure ou égale à trois fois le diamètre du plus gros granulat avec un minimum de 4 mm en horizontal et 3 mm en vertical, y compris la couche d'accrochage.

> NOTE
> Cette épaisseur ne comprend pas celle des protections complémentaires éventuelles (mentionnées dans le cahier des charges du procédé).

En vertical, le revêtement doit comprendre au minimum une couche d'accrochage et une couche continue d'imperméabilisation. En horizontal, le revêtement peut ne comprendre qu'une couche.

4.3.4.2 Application du revêtement

Les malaxages sont effectués par unités d'emballage non fractionnées.

Lorsqu'il est prévu plusieurs couches d'imperméabilisation, les reprises d'application de chaque couche sont décalées d'environ 0,20 m.

4.3.5 Revêtement épais à base de mortier

Ce type de revêtement est constitué par un mortier hydrofugé, préparé in situ, en vue de son application immédiate en couches épaisses (voir Figure 36).

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

4.3.5.1 Constitution minimale

L'épaisseur minimale totale du revêtement doit être de 30 mm pour les parties horizontales et de 24 mm pour les parties verticales, couche d'accrochage comprise.

Le revêtement doit comprendre au minimum une couche d'accrochage au dosage d'au moins 700 kg par mètre cube de sable sec et de deux couches continues d'imperméabilisation : la première dosée à 700 kg et la deuxième de finition à 600 kg.

4.3.5.2 Application du revêtement

Les reprises d'application de chaque couche d'imperméabilisation sont décalées d'environ 0,20 m d'une couche sur l'autre.

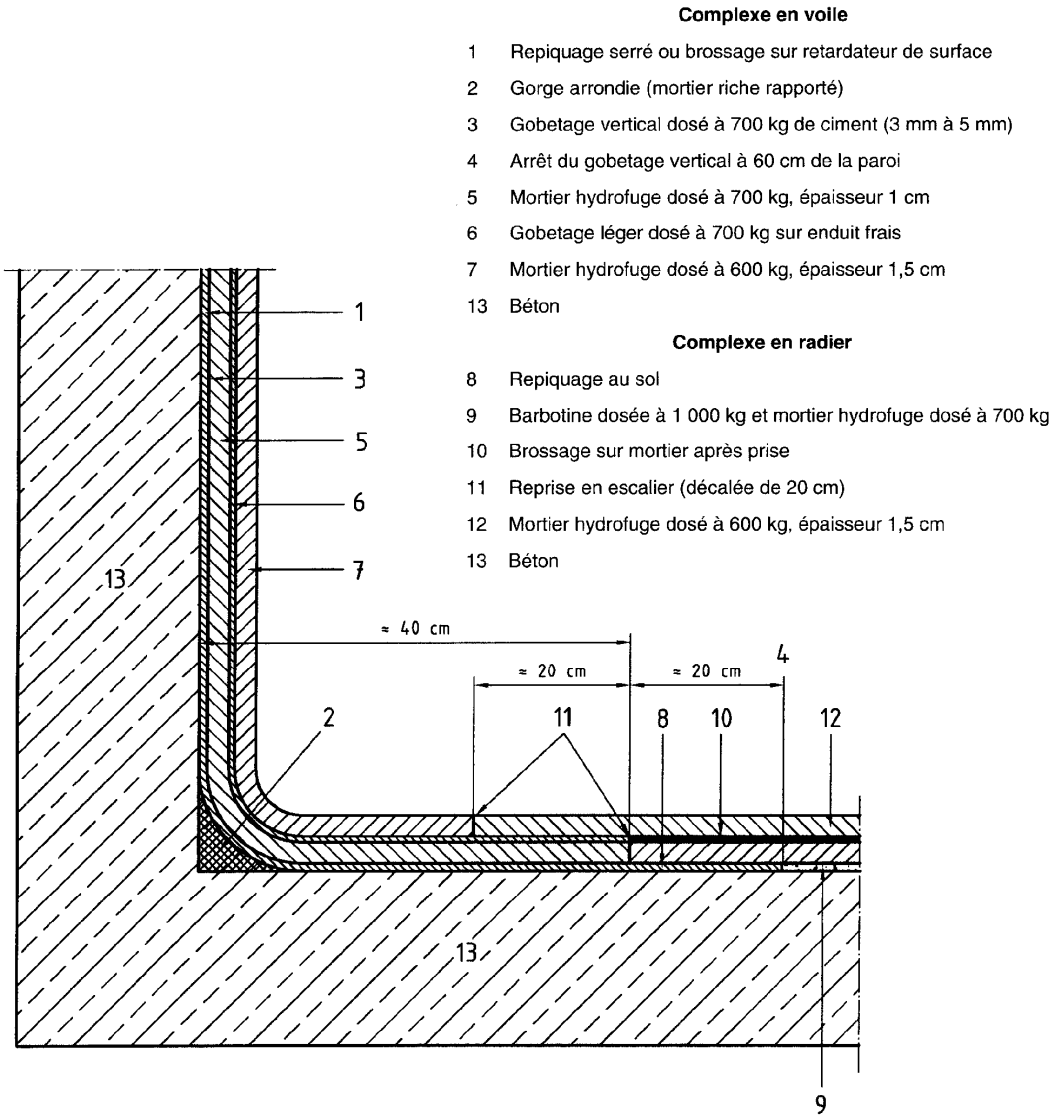


Figure 36 - exemple de revêtement d'imperméabilisation par mortier hydrofuge épais

4.3.6 Revêtement de minéralisation de surface

Ce type de revêtement est constitué par une poudre ou une poudre prête à mouiller ou une pâte conditionnée en usine, composée de sels minéraux venant en addition à du ciment et à des matières inertes et mélangée à l'eau in situ en vue de son application immédiate en couches minces.

> NOTE
> Les procédés consistant à incorporer des ajouts (hydrofuges,...) au stade de la confection du béton ou consistant dans l'injection du béton après sa mise en oeuvre ne sont donc pas visés.

Ces produits mis en oeuvre sous forme de barbotine, sur les supports en béton armé, pénètrent dans les capillaires pour y former par réaction chimique avec la chaux libre du béton, des cristaux insolubles.

Une fois cette cristallisation terminée, les produits restant en surface n'ont plus de rôle dans l'imperméabilisation.

Ces produits doivent être éliminés au sol par un ponçage à gros grain ou un grenaillage léger si une peinture ou un revêtement de sol collé est appliqué.

4.3.6.1 Constitution minimale

Les consommations sont déterminées par le cahier des charges du fabricant.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Elles sont au minimum en parties courantes avant adjonction d'eau de :

- 1 kg/m² en surface horizontale ;
- 1,5 kg/m², en surface verticale en deux couches.

4.3.6.2 Mise en oeuvre

Une préparation du support béton adaptée doit être faite pour ouvrir les capillaires du béton en vue de la bonne pénétration du produit (sablage, lavage à haute pression,...).

L'application doit se faire sur un support humide, l'eau étant un vecteur de diffusion des produits dans le réseau capillaire du béton.

En atmosphère sèche, le revêtement doit être maintenu humide, selon les indications du cahier des charges du fabricant.

4.3.7 Revêtement à base de résine

Ce type de revêtement est constitué par des résines polymérisables à température ambiante, conditionnées en usine à plusieurs composants avec ou sans solvant et mélangées in situ, en vue de leur application immédiate en couches minces.

4.3.7.1 Prescriptions générales

Le conditionnement d'usine doit comporter le prédosage d'emploi des constituants.

4.3.7.2 Constitutions minimales

Tout revêtement doit comprendre :

- un bouche porage ;
- un primaire d'imprégnation ;
- le film d'imperméabilisation dont l'épaisseur du feuil sec, mesurée selon la norme ISO 2808 sera au minimum de 800 µm ;
- une protection.

La résine servant à constituer le film d'imperméabilisation doit avoir un extrait sec de 100 % (voir NF EN ISO 3251) avec une tolérance de 3 %.

Le choix de la couche de protection est défini dans les DPM en fonction des conditions d'utilisation et d'entretien des locaux.

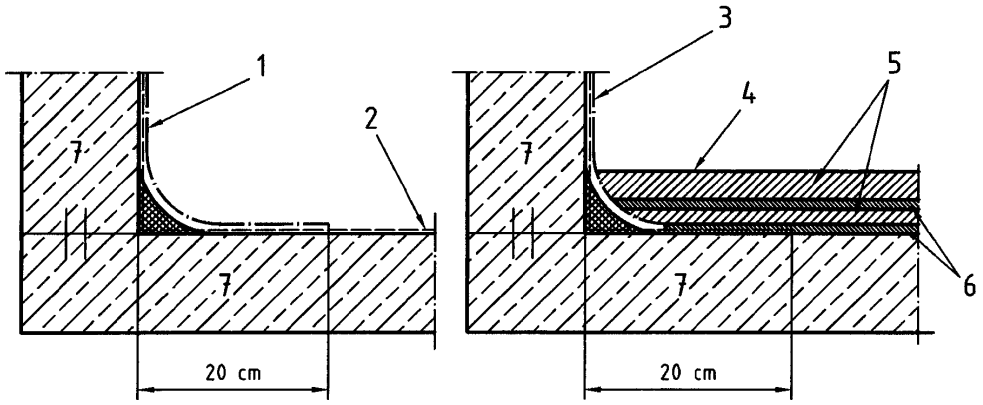
4.3.7.3 Application du revêtement

Les mélanges sont effectués mécaniquement par unités d'emballage non fractionnées.

Les reprises d'application de chaque couche sont décalées d'une couche sur l'autre suivant les indications du cahier des charges.

4.3.8 Revêtement mixte

Ce type de revêtement fait appel, suivant les zones, aux procédés déjà définis aux paragraphes 4.3.4 à 4.3.7 (voir Figure 37).



Légende

1 Résine
2 Minéralisation
3 Minéralisation
4 Revêtement épais à base de mortier
5 Couches étanches
6 Gobetis
7 Béton

Figure 37 - exemple de revêtement mixte

Les problèmes de recouvrements entre revêtements sont examinés au cas par cas.

On doit s'assurer au niveau de la définition des procédés (voir paragraphe 4.3.1) de la compatibilité, tant physique que thermique, en phase d'application et en phase finale, des divers produits constituant les revêtements à raccorder.

4.4 Parois moulées ou préfabriquées

Les prescriptions de l'article 1 et des paragraphes 3.1 à 3.3 du présent document s'appliquent, compte tenu des aménagements et/ou des compléments suivants.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

NOTE
Il est rappelé que la P 11-212 (DTU 13.2) traite des parois moulées ou préfabriquées en tant que fondations profondes.

4.4.1 Etat du support en zone courante

Il est nécessaire d'exécuter un décapage du parement en vue d'arriver à la paroi de béton sain.

NOTE 1
Cela suppose, habituellement, l'élimination des traces de sol et/ou de boue et la suppression, le cas échéant, de la couche de béton contaminée (mélange de béton et de bentonite).

Ces travaux sont à la charge de l'entreprise de paroi.

NOTE 2
Cette entreprise peut cependant les confier, soit à l'entreprise de gros oeuvre lorsqu'elle est distincte, soit à l'entreprise d'imperméabilisation.

Le constat contradictoire de l'état du support, mentionné au paragraphe 4.2.4.1, doit en particulier permettre de vérifier que le décapage a été convenablement et complètement réalisé.

Sauf prescriptions particulières des DPM, la qualité du parement de la paroi livrée par le gros oeuvre est du type élémentaire au sens de la norme NF P 18-201 (DTU 21).

4.4.2 Joints

Les joints existants par construction entre éléments adjacents de la paroi moulée ou préfabriquée constituant la structure résistante doivent être traités comme des joints actifs.

NOTE
Conformément au paragraphe 4.2.2 traitant des joints, une bonne solution consiste à réserver des trémies dans les planchers au droit des joints entre panneaux (voir Figure 38).

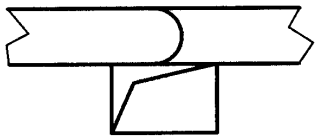
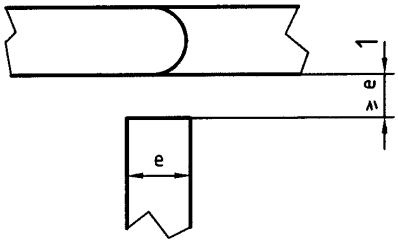


Figure 38 - exemple de coupe horizontale

Toute autre solution peut être envisagée sur justifications particulières, par exemple, celle consistant à traiter les joints avant réalisation des planchers.

Les murs de refend venant buter sur la paroi ne peuvent être implantés en face de ces joints sauf à ce que l'about de ces murs ne soit écarté de la paroi d'une distance suffisante pour pouvoir accéder au joint pour le traiter (voir Figure 39).



Légende

1 ≥ e sans être supérieur à 60 cm

Figure 39 - exemple de coupe horizontale

La liaison entre la paroi et le radier, lorsqu'il existe, peut être considérée comme une reprise de bétonnage pour autant qu'existent des attentes scellées après coup dans la paroi et situées en partie supérieure et inférieure du radier en vue d'assurer la continuité des efforts, et pour autant que les clauses relatives aux reprises de bétonnage soient par ailleurs satisfaites.

Dans le cas contraire, cette liaison est à considérer comme un joint actif.

Comme précisé aux paragraphes 4.2.2 et 4.2.4.1 , l'entreprise de paroi (et/ou l'entreprise de gros oeuvre) doit remettre les documents précisant les joints à traiter, leur emplacement et leur nature (reprise de bétonnage, joints actifs,...) ainsi que les types de parois auxquels correspondent ces joints (moulées, préfabriquées,...).

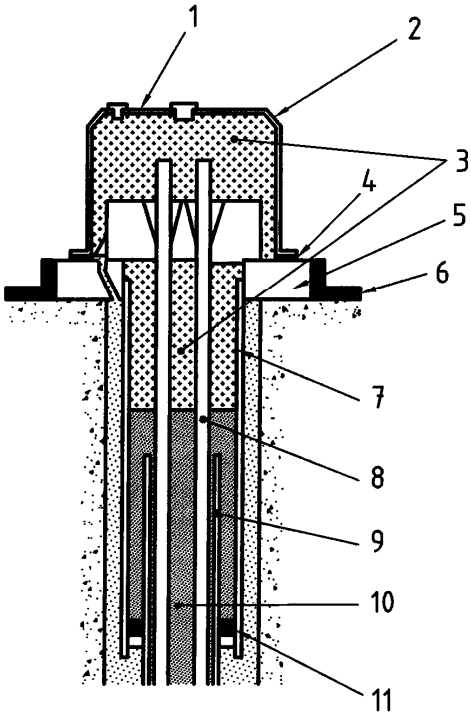
4.4.3 Points particuliers

La technique de traitement d'imperméabilisation des têtes d'ancrage, si elle n'est pas prévue dans le cahier des charges du procédé, doit faire l'objet d'une étude particulière à caractère technique justifiant de la faisabilité, de l'aptitude à l'emploi, de la

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

pérennité et, le cas échéant, de la réparabilité.
Les DPM doivent préciser les détails constructifs retenus pour ces têtes d'ancrage ainsi que leur nombre.



La dépose du capot pour reprise de tension suppose également une reprise ultérieure de l'étanchéité.

Légende

1 Revêtement de protection
2 Capot étanche
3 Remplissage produit anticorrosion
4 Joint d'étanchéité
5 Platine
6 Traitement de la partie courante et retour d'étanchéité sur la platine ou par bague étanche
7 Tube trompette
8 Toron nu
9 Gaine
10 Produit de protection, partie libre
11 Joint d'étanchéité

Figure 40 - exemple de traitement d'une tête d'ancrage

4.5 Autres parois

Divers procédés de réalisation de paroi (paroi parisienne, tranchées blindées, mur épinglé,...) peuvent éventuellement entraîner des travaux de traitement de joints inertes, plus importants que ceux normalement prévisibles pour une exécution traditionnelle.

NOTE
A moins que le procédé n'ait été indiqué et convenablement décrit dans les DPM, le supplément correspondant fera l'objet d'un règlement indépendant.

4.6 Radiers gênés

Il s'agit de radiers coulés après coup dans l'emprise de parois périphériques existantes et/ou encerclant des éléments porteurs intérieurs préfondés.

Les prescriptions du présent document s'appliquent compte tenu des aménagements et/ou compléments suivants résultant du fait que les variations dimensionnelles contrariées ont un rôle primordial dans le risque de fissuration et/ou dans l'emplacement des fissures. Ce qui explique un surcroît de précautions correspondant aux modalités suivantes.

4.6.1 Modalités d'exécution du radier

Des réunions spécifiques entre l'entreprise de gros oeuvre et son bureau d'études, d'une part, et l'entreprise d'étanchéité, d'autre part, doivent permettre l'examen du risque de fissuration et/ou de l'emplacement des fissures liés à cette contrariété apportée aux variations dimensionnelles prévisibles en vue d'arrêter les précautions qui seront à suivre par l'entreprise de gros oeuvre, à savoir

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

et sans être exhaustif :

- la qualité du béton et les procédés de sa mise en place (phasage, damier,...) en vue d'en minimiser le retrait ;
- la cure éventuelle du béton ;
- les joints de reprise de bétonnage ou joints de clavage ;
- les joints de préfissuration (en vue de faciliter leur traitement).

NOTE
L'ampleur de ces précautions est à corréler aux dispositions prises par ailleurs au stade de l'étude, en particulier :

- les choix, notamment de l'épaisseur du radier, qui conditionnent le délai, postérieur à la fin de la construction complète du radier, durant lequel une part importante des déformations imposées de retrait continuera à se manifester,
- les autres choix de structure qui conditionnent la gêne apportée aux déformations imposées de retrait donc les sollicitations de retrait,
- la prise en compte dans les justifications aux ELS, en totalité ou en partie, des actions de retrait notamment de celles résultant de la déformation imposée de retrait restant à se produire après la fin de la construction complète du radier.

4.6.2 Modalités de constat contradictoire de l'état du radier (voir paragraphe 4.2.4.1)

Le constat contradictoire du radier gêné a lieu après une mise en eau de celui-ci. Il est procédé comme suit : Le bureau d'études de l'entreprise de gros oeuvre doit définir la hauteur d'eau maximale que le radier est apte à supporter compte tenu de l'avancement de la construction sous-jacente.

L'entreprise d'étanchéité procède à l'étanchement des points sensibles du radier (par exemple, la jonction du radier avec les parois, les joints de dilatation,...).

Le rabattement de nappe est arrêté provisoirement de façon à laisser monter la nappe jusqu'au niveau maximal tel que donné ci-dessus. Les éventuels ouvrages provisoires évitant l'inondation des sous-sols durant cette phase auront dû être exécutés préalablement.

NOTE
C'est le plus souvent l'entreprise de gros oeuvre qui est chargée de cette tâche.

Il est rappelé que le rabattement de la nappe doit être remis en route pour réaliser le revêtement.

La réception du support a ensuite lieu dans le cadre déjà défini au paragraphe 4.2.4.1.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

5 Cuvelage à structure relativement étanche

5.1 Généralités

5.1.1 Partie immergée du bâtiment

La partie immergée du bâtiment conçue et calculée selon les règles de calcul du présent document est constituée par la seule structure résistante (donc à l'exclusion des retours) située sous le niveau E.

> NOTE
> Au cas où il serait envisagé de réaliser un cuvelage relativement étanche pouvant recevoir ultérieurement un revêtement d'imperméabilisation, du type de ceux définis en paragraphe 4.3, la structure résistante et ses retours doivent également respecter les règles des articles 4 et 7 relatives aux ouvrages avec revêtement d'imperméabilisation.

5.1.2 Conditions de service

Les conditions de service tiendront compte de la nature relativement étanche de l'enveloppe et des dispositions complémentaires éventuelles prises de ce fait (contre-cloison et espace ventilé, ventilation,...).

> NOTE
> Il doit être réalisé, pour récupérer les eaux d'infiltration éventuelles, des cunettes périphériques et des pentes conduisant les eaux vers un ou plusieurs points de relevage.
> Il est conseillé de réaliser une pente dans les cunettes et dans les noues d'au moins 5 mm/m et une plus grande pente d'au moins 1 cm/m.

Comme les fuites et traces d'humidité apparaissent en général au droit des zones défaillantes du cuvelage, les parois doivent rester visibles et accessibles pour faciliter tout contrôle et toute réparation ultérieure.

Toutefois, sont notamment admis :

- la pose de contre-cloisons si elles sont démontables ou si elles comportent des trappes de visite pour permettre l'examen des parois. Le vide d'air ainsi créé doit être ventilé, et une cunette est à prévoir en pied ;
- la réalisation de revêtements perméables à la vapeur d'eau scellés et adhérents ou posés au mortier collé selon le paragraphe 4.1.2 correspondant ;
- le flocage pour les protections incendie des retours de cuvelage sur les planchers intermédiaires ;
- la réalisation sur la paroi de petits ouvrages (massifs, escaliers,...). Ces ouvrages ne doivent pas participer à la résistance et la stabilité de l'ouvrage pour que soit possible leur démolition éventuelle en cas de besoin. Ces ouvrages doivent être de dimensionnement faible pour permettre de réduire les arrivées d'eau par des procédés d'injection ;
- la réalisation de maçonnerie hourdée au mortier pour monter des cloisons séparatives.

5.2 Gros oeuvre

5.2.1 Prescriptions générales concernant la structure résistante

5.2.1.1 Caractéristiques minimales du béton et de ses constituants

Se conformer à la NF P 18-201 (DTU 21) .

Ces ouvrages relèvent de la catégorie E (paragraphe 4.1), étant entendu qu'en ce qui concerne le paragraphe 4.2 de la NF P 18-201 (DTU 21), les vérifications sont celles de la catégorie D.

Pour les dosages minimaux, la structure résistante est à classer dans les ouvrages exposés (paragraphe 4.3).

Dans le cas d'un milieu extérieur agressif (sol et/ou eau), le choix des matériaux (ciment,...) et la composition du béton doivent être arrêtés en conséquence.

5.2.1.2 Mise en oeuvre

Se conformer à la norme NF P 18-201 (DTU 21) et en particulier au paragraphe 2.2. Le béton doit présenter, in fine, une bonne compacité dans la masse et peu de ragréages, ce qui suppose un soin particulier dans la mise en oeuvre.

En cas de présence d'eau, il convient de procéder à une étude particulière à caractère technique justifiant de la faisabilité, de l'aptitude à l'emploi, de la pérennité et, le cas échéant, de la réparabilité (lessivage du béton,...).

> NOTE 1
> A défaut d'études particulières à caractère technique justifiant de la faisabilité, de l'aptitude à l'emploi, de la pérennité et, le cas échéant, de la réparabilité, un critère important pour obtenir une bonne compacité in situ pourrait consister à limiter le rapport eau/ciment à, au plus, 0,55.

Les reprises de bétonnage doivent être conçues puis positionnés dans les zones les moins sensibles de façon à limiter leur influence ultérieure. Elles doivent être conçues conformément aux prescriptions du BAEL relatives aux surfaces de reprises et réalisées conformément aux prescriptions de la norme NF P 18-201 (DTU 21).

> NOTE 2
> Les arrêts de bétonnage, à l'aide de coffrages lisses et aciers repliés puis dépliés, sont à considérer comme des joints de construction fermés, dès lors que les opérations de traitement prévues à la norme NF P 18-201 (DTU 21) ne sont pas intégralement effectuées. Les reprises de bétonnage sont à examiner tout particulièrement dans le cas des radiers et autres dalles résistant aux sous-pressions.

5.2.2 Joints

Il existe deux types de joints :

a. ceux réputés inertes. Ces joints comprennent :
   - les reprises de bétonnage ;

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

- les joints de construction fermés ;
- les joints de construction ouverts.

Ces joints, réputés inertes, ne sont à traiter qu'en cas de dépassement des limites précisées au paragraphe 3.1.

> NOTE 1
> Si un traitement s'avère nécessaire, il pourra éventuellement être fait appel aux techniques définies à l'article 4 qui seront alors appliqués au droit du joint traité et de part et d'autre sur une largeur suffisante.

b. ceux de fonctionnement de l'ouvrage ou joints actifs prévus pour permettre des déplacements relatifs.

Ces joints ne sont à traiter qu'en cas de dépassement des limites précisées au paragraphe 3.1 et l'entreprise de gros oeuvre doit établir les documents nécessaires au repérage de tous les joints actifs en vue de leur traitement ultérieur éventuel.

Parmi ces joints, on distingue en outre ceux pour lesquels un déplacement théorique relatif peut être supérieur à 1 cm tous azimuts.

> NOTE 2
> Les déplacements relatifs constatés en période d'exploitation de l'ouvrage sont, la plupart du temps, inférieurs à cette limite de 1 cm.

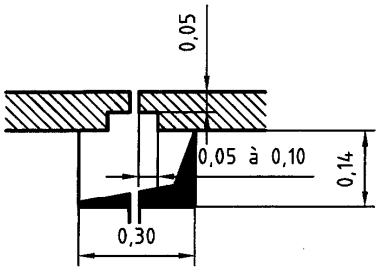
Les joints actifs à déplacement relatif théorique supérieur à ± 1 cm font l'objet d'études particulières.

Les joints actifs à déplacement relatif théorique inférieur à ± 1 cm doivent être de largeur suffisante ou être équipés de feuillure de largeur suffisante pour permettre la mise en place et le fonctionnement normal du système de calfeutrement du joint.

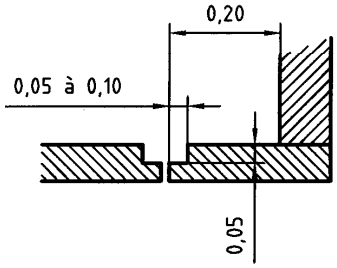
On étudie l'emplacement et le tracé des joints actifs de façon à en limiter le linéaire et les rendre les plus simples et les plus accessibles possible, notamment en écartant les poteaux des joints et en prévoyant des trémies là où le joint traverse les retours. Ces trémies peuvent être ensuite obturées par des éléments amovibles ou facilement démolissables.

On rencontre souvent les dispositions indiquées dans les Figures 41 et 42.

Dimensions en mètres



a) Vue en plan



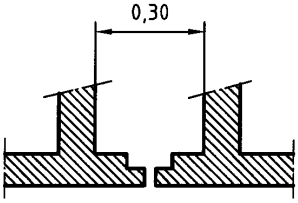
b) Coupe verticale

Figure 41 - joint de paroi et de plancher

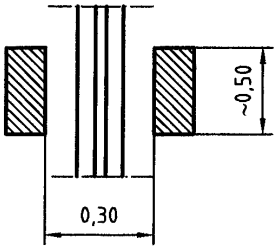
https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Dimensions en mètres



a) Coupe verticale



b) Coupe horizontale

Figure 42 - joint de radier et poteaux

Une solution de traitement des joints actifs consiste à incorporer au gros oeuvre des bandes d'arrêt d'eau ou toute autre solution justifiée.

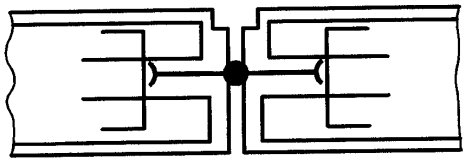


Figure 43 - exemple de coupe sur bande d'arrêt d'eau

Le traitement éventuel des joints est à effectuer par l'entreprise de gros oeuvre ou sous sa responsabilité.

5.2.3 Points singuliers

Il doit être réalisé au moins une fosse de relevage.

Les incorporés divers (canalisation, filerie,...) noyés dans la structure doivent faire l'objet d'études particulières (réparations,...).

Les scellements ne doivent pas nuire à l'intégrité de l'étanchéité relative du cuvelage.

5.2.4 Etat du parement livré par le gros oeuvre

Se conformer à la NF P 18-201 (DTU 21).

5.2.4.1 Mise hors d'eau

Le traitement des joints peut nécessiter de procéder à des opérations de rabattement ou de les poursuivre. Les DPM doivent définir les conditions du rabattement qui est à la charge de l'entreprise de gros oeuvre.

Ce rabattement est nécessaire jusqu'à ce que l'ouvrage équilibrant la sous-pression ait acquis une résistance et une masse suffisantes.

5.3 Parois moulées ou préfabriquées

Les prescriptions de l'article 1 et des paragraphes 5.1 et 5.2 du présent document s'appliquent compte tenu des aménagements et/ou des compléments suivants.

NOTE
Il est rappelé que la P 11-212 (DTU 13.2) traite des parois moulées ou préfabriquées en tant que fondations profondes.

5.3.1 Etat du parement en zone courante

Dans le cas de parois moulées et sauf prescriptions particulières des DPM, la qualité du parement de la paroi est du type élémentaire au sens de la norme NF P 18-201 (DTU 21).

5.3.2 Joints

Les joints existants par construction entre éléments adjacents de la paroi moulée ou préfabriquée constituant la structure résistante sont à considérer comme des joints actifs et ne sont à traiter qu'en cas de dépassement des limites prévues au paragraphe 3.1.

NOTE 1

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Si un traitement s'avère nécessaire, il pourra être éventuellement fait appel aux dispositions du paragraphe 4.4.2.
La solution consistant à incorporer dès le départ au gros oeuvre des bandes d'arrêt d'eau, mentionnée au paragraphe 5.2.2 est également possible.

La liaison entre la paroi et le radier, lorsqu'il existe, peut être considérée comme une reprise de bétonnage pour autant qu'existent des aciers situés en parties supérieures et inférieures du radier en vue d'assurer la continuité des efforts, et pour autant que les clauses relatives aux reprises de bétonnage soient par ailleurs satisfaites.

NOTE 2
Ces aciers peuvent être, soit des attentes scellées après coup dans la paroi, soit tout autre dispositif garantissant l'intégrité et la pérennité de ces aciers avant la poursuite des travaux.

Dans le cas contraire, cette liaison est à considérer comme un joint actif et n'est à traiter qu'en cas de dépassement des limites prévues au paragraphe 3.1.

NOTE 3
Si un traitement s'avère nécessaire, il pourra être éventuellement fait appel aux dispositions du paragraphe 4.4.2.
La solution consistant à incorporer dès le départ au gros oeuvre des bandes d'arrêt d'eau, mentionnée au paragraphe 5.2.2 est également possible.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

6 Cuvelage avec revêtement d'étanchéité

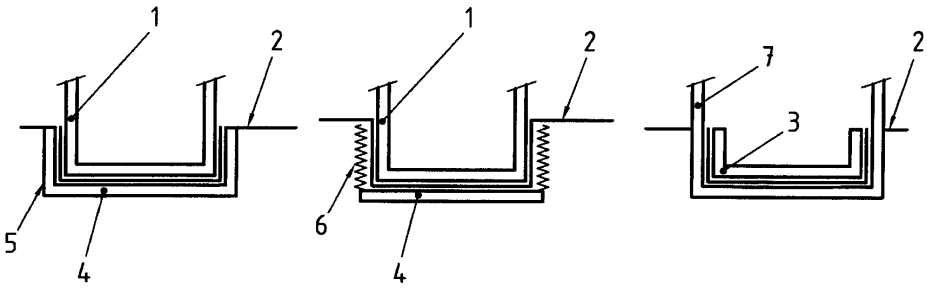
6.1 Généralités

6.1.1 Principes et définitions

Soit le cuvelage est complété par des ouvrages externes, qui comprennent le plus souvent un préradier ainsi que :

- soit, des voiles périphériques réalisés avant le cuvelage [voir Figure 44a)] ;
- soit, des ouvrages de protection qui sont réalisés après le cuvelage [voir Figure 44b)] ;

c'est alors la structure résistante du cuvelage qui reprend la poussée de l'eau ; soit le cuvelage se compose d'une structure résistante externe (c'est-à-dire située à l'extérieur du revêtement d'étanchéité) et d'une structure résistante interne qui a pour fonction principale de reprendre la poussée de l'eau [voir Figure 44c)].



Légende

1	Structure résistante	
2	Niveau E	
3	Structure résistante interne	
4	Préradier	Ouvrages externes
5	Voile périphérique	Ouvrages externes
6	Ouvrage de protection	Ouvrages externes
7	Structure résistante externe	Ouvrages externes

Figure 44 - exemples de cuvelages

La structure résistante du cuvelage et éventuellement celle des ouvrages externes doit être conçue et calculée selon les règles de calcul du présent document, en tenant compte de la capacité de résistance du revêtement d'étanchéité et de son adhérence ou non à la structure et/ou aux ouvrages.

Le revêtement d'étanchéité, les ouvrages externes et/ou la structure résistante interne doivent exister jusqu'au niveau E, étant précisé que la solution de cuvelage avec revêtement d'étanchéité est exclue pour les cas où l'inondation des locaux est admise (voir paragraphe 3.3).

6.1.2 Limites d'emploi

Les limites d'emploi des cuvelages avec revêtement d'étanchéité résultent principalement des risques de déchirement ou cisaillement de l'enveloppe du fait des déformations relatives des ouvrages.

Ces procédés sont exclus :

- chaque fois qu'une disposition de fondation sur un terrain compressible risque d'entraîner un tassement important après la construction des ouvrages extérieurs ;
- chaque fois qu'une disposition de fondation sur un terrain compressible risque d'entraîner des tassements différentiels appréciables entre les différents points porteurs d'un même bloc (on entend par bloc, les parties d'ouvrages entre joints de tassements) ;

  NOTE 1
  Ceci peut, par exemple, correspondre aux structures en semelles isolées, filantes ou croisées reliées par un radier très souple.

- chaque fois que l'on peut s'attendre à des variations dimensionnelles importantes des ouvrages, après la mise en place du revêtement d'étanchéité ;

  NOTE 2
  Ce peut être le cas d'une postcontrainte du radier qui risque d'entraîner le cisaillement de l'étanchéité entre le radier et le préradier.
  De même, la postcontrainte des voiles périphériques et planchers peut entraîner des cisaillements du revêtement entre les voiles et les ouvrages extérieurs.

- dans le cas d'ouvrages immergés dont le radier ou les voiles périphériques de la structure résistante doivent être ancrés dans

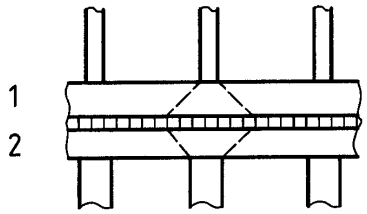
https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

le sol, pour s'opposer à tout phénomène de soulèvement ou basculement.

NOTE 3
Cette exclusion résulte des difficultés de contournement des têtes d'ancrages par le revêtement d'étanchéité si des dispositions particulières ne sont pas prises.
Cette exclusion concerne également le cas d'aciers en attente traversant le revêtement d'étanchéité.

Ces procédés s'appliquent donc essentiellement aux ouvrages immergés en béton armé fondés soit par un radier général peu déformable, compte tenu des terrains porteurs sous-jacents, soit par des fondations profondes. Il n'est toutefois pas exclu de justifier cas par cas des solutions différentes.



Légende

1 Radier

2 Préradier

Figure 45 - exemple concernant le cas de fondations profondes

6.1.3 Conception et exécution

Compte tenu des limites d'emploi exposées au paragraphe 6.1.2, il est indispensable d'associer les mises au point du gros oeuvre et du revêtement d'étanchéité, d'abord au niveau de la conception, ensuite au niveau de l'exécution. On doit retenir des méthodes d'exécution du gros oeuvre qui ne compromettent pas l'intégrité du revêtement en phase travaux.

NOTE
On a intérêt à limiter le nombre de phases de travaux de façon à éviter un fractionnement trop important de l'intervention de l'entreprise de revêtement d'étanchéité.
On doit, si besoin est, se préoccuper de la compatibilité du revêtement d'étanchéité avec la température de service des fluides et canalisations traversant et/ou jouxtant le revêtement d'étanchéité.
On doit éventuellement se préoccuper de la compatibilité du revêtement d'étanchéité et de sa protection avec l'agressivité du milieu ambiant.

Les DPM doivent préciser comment cette exigence sera appliquée.

6.2 Gros oeuvre

Ce paragraphe concerne le gros oeuvre de la structure résistante du cuvelage et le cas échéant des ouvrages externes.

6.2.1 Prescriptions générales

6.2.1.1 Caractéristiques minimales du béton et de ses constituants
Se conformer à la NF P 18-201 (DTU 21).
Ces ouvrages relèvent de la catégorie C.

6.2.1.2 Mise en oeuvre
Se conformer à la NF P 18-201 (DTU 21) et en particulier au paragraphe 2.2.
Les démoulants et produits de cure doivent être compatibles avec le revêtement d'étanchéité prévu.

6.2.2 Joints

Il existe deux types de joints :

- ceux réputés inertes (voir paragraphe 4.2.2) ;
- ceux de fonctionnement de l'ouvrage ou joints actifs prévus pour permettre des déplacements relatifs.

NOTE
Il est rappelé que les joints réputés inertes sont sans déplacement relatif des deux parties séparées par le joint.

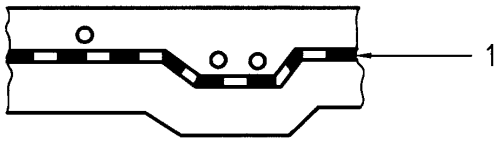
Tous les joints actifs ainsi que l'ordre de grandeur des déplacements relatifs les concernant doivent être précisés dans les DPM.
L'entreprise de gros oeuvre doit également remettre les documents nécessaires au repérage de tous les joints actifs.
Les joints actifs doivent être équipés d'une bande d'arrêt d'eau en vue de permettre l'injection ultérieure de ces joints en cas de fuite de la membrane d'étanchéité à ce niveau (voir paragraphe 6.3.3.7).

6.2.3 Points singuliers

Les réseaux et autres incorporés divers doivent être positionnés dans la structure résistante interne (voir Figure 46).

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/



Légende

1 Étanchéité

Figure 46 - exemple de coupe sur réseaux incorporés

Le nombre de pénétrations et canalisations traversant le revêtement d'étanchéité doit être réduit au strict minimum et celles-ci doivent être positionnées autant que possible dans les parois verticales.

Il doit être prévu, dans le cas de revêtement monocouche, la mise en place des dispositifs de compartimentage des surfaces revêtues (dispositifs tels que des bandes d'arrêt d'eau fournies par l'entreprise d'étanchéité) ainsi que la mise en place des tubes et des évents permettant l'injection ultérieure des compartiments. L'implantation de ces dispositifs doit figurer sur un plan établi par l'entreprise d'étanchéité et remis à l'entreprise de gros oeuvre.

6.2.4 Ouvrages recevant le revêtement d'étanchéité

6.2.4.1 Généralités

L'étanchéité se trouve insérée, soit entre la structure résistante du cuvelage et les ouvrages extérieurs, soit entre les structures résistantes internes et externes du cuvelage. Il importe donc que chacun de ces différents ouvrages puisse être considéré comme monolithe ou que le revêtement d'étanchéité se comporte de façon satisfaisante en cas de glissement relatif, l'une sur l'autre des structures qui enserrent ce revêtement.

> NOTE
> Ainsi, le préradier doit être lié mécaniquement aux voiles périphériques. A défaut, il faudrait considérer le joint entre le préradier et les voiles périphériques comme un joint actif et prévoir un revêtement capable de transmettre des compressions tout en acceptant des déplacements relatifs de ses surfaces d'appuis.

Tous les angles rentrants doivent comporter des gorges ou goussets et les angles saillants des arrondis ou chanfreins compatibles avec le revêtement prévu, à l'exclusion des ouvrages recevant un revêtement d'étanchéité du type asphalte coulé (voir paragraphe 6.3.2.3).

6.2.4.2 Etat du support livré par le gros oeuvre

Le support livré par le gros oeuvre est conforme aux prescriptions concernant les « parements courants » de la NF P 18-201 (DTU 21), paragraphe 5.2.

Cette prescription s'applique également aux parois moulées.

S'il est nécessaire de procéder à des ragréages pour obtenir les caractéristiques précédentes, l'entreprise de gros oeuvre doit utiliser des matériaux et méthodes compatibles avec le procédé d'étanchéité prévu.

6.2.4.3 Mise hors d'eau

Le relevé contradictoire du support doit également porter sur la présence d'eau et sa compatibilité avec le procédé d'étanchéité retenu, en particulier sa mise en oeuvre.

Il peut alors être nécessaire de procéder à des opérations de rabattement, ou de les poursuivre, et les DPM doivent préciser les conditions de rabattement et à qui incombe cette tâche.

> NOTE 1
> Dans ce type de cuvelage, c'est généralement l'entreprise de gros oeuvre qui est chargée de cette tâche.

Il peut aussi être nécessaire de procéder à des opérations de drainage des eaux du ruissellement sur le support futur de l'étanchéité.

Les DPM doivent préciser les conditions de mise en oeuvre et à qui incombe la tâche.

> NOTE 2
> La tâche incombe habituellement à l'entreprise qui a réalisé le support concerné et qui peut en confier l'exécution à l'entreprise d'étanchéité.

Dans tous les cas, la nappe phréatique doit être maintenue à 0,5 m au-dessous du point le plus bas du support jusqu'à ce que l'ouvrage équilibrant la sous-pression ait acquis une résistance et une masse suffisantes.

6.2.5 Relevés contradictoires et contrôles

Différents relevés contradictoires et contrôles sont à prévoir, à savoir ceux :

6.2.5.1 Pour accepter le support sur lequel sera appliqué le revêtement d'étanchéité

Il a pour objet de :

- vérifier la conformité au présent document ;
- vérifier la compatibilité du revêtement d'étanchéité retenu avec le support ;
- vérifier le relevé des joints actifs ;
- vérifier les incorporations et traverses prévues (bande d'arrêt d'eau, pipette d'injection,...).

Ce relevé sert de base aux travaux de revêtement d'étanchéité à effectuer.

> NOTE

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Dans le cas où ce relevé ne serait pas en adéquation avec les travaux prévus dans les différents marchés, il y aura lieu de définir l'imputation des écarts constatés.

6.2.5.2 Pour accepter l'étanchéité et/ou sa protection avant réalisation de la structure résistante interne

Il consiste à relever toutes les anomalies apparentes en regard du risque de défaut d'étanchéité qui pourrait en résulter ultérieurement.

NOTE
Ainsi, une entaille du revêtement d'étanchéité doit conduire à sa reprise pour qu'il soit accepté, alors qu'une microfissuration d'un enduit grillagé de protection est sans conséquence.

6.2.5.3 Pour contrôler éventuellement par sondage la non-dégradation de l'étanchéité et/ou sa protection par le gros oeuvre une fois le ferraillage mis en place et avant fermeture des coffrages en vue du bétonnage

NOTE
Cela concerne également les travaux de remblaiement qui doivent être effectués en conformité avec la P 11-201 (DTU 12).

Tous les relevés mentionnés dans le paragraphe 6.2.5 doivent être programmés suffisamment à l'avance pour que l'entreprise qui ne serait pas présente en permanence sur le site, du fait de ses travaux, puisse s'y faire représenter.

6.3 Revêtement d'étanchéité

Il existe deux types de revêtements, ceux traditionnels (bicouche en feuille de bitume modifié et en asphalte) et les revêtements monocouche par géomembrane ou membrane synthétique type PVC.P.

6.3.1 Généralités - définition du procédé

A défaut d'une normalisation, chaque procédé fait l'objet d'un Avis Technique. A défaut, il est décrit, soit par des règles professionnelles, soit par un cahier des charges fournisseur visé favorablement par un contrôleur agréé et servant de base à l'accord entre les parties.

Ces divers documents doivent traiter en particulier des points suivants :

- domaine d'application et restrictions d'emploi ;
- matériaux utilisés (caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques compatibles avec le milieu ambiant et autocontrôles associés) ;
- supports compatibles (caractéristiques physiques et chimiques, état de surface, rugosité, porosité, présence d'eau et/ou d'humidité du support) ;
- agressivité des milieux ambiants (eau, nature des sols, présence de racines perforantes,...) ;
- technique d'exécution :
  - travaux préparatoires ;
  - matériel de mise en oeuvre ;
  - exécution du revêtement, y compris points singuliers, notamment l'adhérence et le maintien provisoires sur la structure ;
  - traitement des joints ;
  - travaux de parachèvement ;
- ouvrages de protection compatibles ;
- contrôle, essais, réception notamment pour les membranes non translucides et la continuité des soudures ;
- possibilité de réparation.

6.3.2 Revêtement d'étanchéité traditionnel

6.3.2.1 Limites d'emploi

La contrainte normale de compression de ces revêtements calculée sous sollicitation de service doit être inférieure aux limites suivantes :

- 0,6 MPa dans le cas de fondations par radier général ;
- 0,4 MPa dans le cas de fondations par pieux ou puits. Le calcul des structures doit être tel qu'il y a une répartition homogène des charges sur le revêtement d'étanchéité.

Ces limites qui s'appliquent aux complexes définis aux paragraphes 6.3.2.2 et 6.3.2.3 peuvent être dépassées par adjonction de renforts appropriés. Une étude particulière à caractère technique justifiant de la faisabilité, de l'aptitude à l'emploi, de la pérennité et, le cas échéant, de la réparabilité doit alors être effectuée.

6.3.2.2 Revêtement type bi-couche en feuille de bitume modifié

6.3.2.2.1 Matériaux

6.3.2.2.1.1 Feuille de bitume modifié par élastomère SBS

Les feuilles sont identifiées dans les Avis Techniques des systèmes pour étanchéité des toitures. Elles sont définies par leur épaisseur minimale et leur armature :

- épaisseur minimale :
  - 3,5 mm, pour les produits avec film thermofusible ;
  - 3,7 mm, pour les produits avec grésage sur les deux faces ;
- armature spécifique permettant d'obtenir une résistance au poinçonnement statique, sur la feuille seule, supérieure à 25 kg, mesurée selon la NF P 84-352.

6.3.2.2.1.2 Enduit d'imprégnation à froid (EIF)

Ce sont des produits à base de bitume en solution ou émulsion. La teneur en bitume doit être égale ou supérieure à 40 %.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

6.3.2.2.2 Complexe d'étanchéité

Il doit comporter au minimum :

- une première feuille de bitume modifié par élastomère SBS, définie au paragraphe 6.3.2.2.1.1, à recouvrement de 0,10 m soudés ;
- une deuxième feuille de bitume modifié par élastomère SBS, définie au paragraphe 6.3.2.2.1.1, à recouvrements de 0,10 m décalés au minimum de 0,30 m par rapport aux recouvrements de la première feuille ; cette deuxième feuille est soudée en plein sur la première.

Lorsqu'il est appliqué sur un support vertical :

- si cette application est faite sur la structure résistante interne [Figure 44b)], alors la première couche d'étanchéité est soudée en plein sur une couche d'imprégnation à froid (EIF) ;
- si cette application est faite sur la structure résistante externe ou sur les voiles périphériques [Figures 44a) et 44c)], des zones d'adhérences seront prévues pour maintenir le revêtement en place jusqu'à la fin de l'exécution de la structure résistante interne.

Les raccordements entre parties horizontales et verticales se font couche par couche par recouvrements soudés de 0,10 m pour la première couche et de 0,15 m pour la deuxième couche.

6.3.2.3 Revêtement type bicouche en asphalte

6.3.2.3.1 Matériaux

- asphalte : il est défini par la NF P 84-305.
  On distingue les asphaltes suivants :
  - asphalte pur, qualité « étanchéité type bâtiment », dénommée « qualité étanchéité » ;
  - asphalte sablé, qualité « étanchéité type bâtiment », dénommée « qualité étanchéité » ;
- papier kraft ;
- matériau pour couche d'indépendance sous asphalte, de 70 g/m² minimum. Il est éventuellement crêpé.

6.3.2.3.2 Complexe d'étanchéité

Le complexe doit comporter au minimum :

a. en partie horizontale :
   - une feuille de papier kraft ;
   - une couche d'asphalte coulé pur, qualité étanchéité, de 8 mm d'épaisseur ;
   - une couche d'asphalte coulé sablé, qualité étanchéité, de 20 mm d'épaisseur ;
b. en partie verticale :
   - le complexe donné au paragraphe 6.3.2.2.2 pour le revêtement type bi-couche et vient en recouvrement du complexe d'asphalte existant en partie horizontale sur 0,10 m pour la première couche et 0,15 m pour la deuxième couche.

6.3.2.4 Joints

Seuls les joints actifs sont traités. L'étanchéité de ceux-ci est assurée par des bandes continues élastiques ou élastoplastiques permettant les déplacements relatifs attendus et raccordées directement au revêtement d'étanchéité.

Une étude particulière à caractère technique justifiant de la faisabilité, de l'aptitude à l'emploi, de la pérennité et, le cas échéant, de la réparabilité doit être faite dans tous les cas sur la base des fiches techniques des fournisseurs (matériau, compatibilité, mise en oeuvre,...).

Les soufflets métalliques sont interdits.

6.3.2.5 Traversées

Les traversées du cuvelage doivent, sauf justifications particulières, être réalisées en métal protégé contre la corrosion. Le raccord avec l'étanchéité est réalisé par bride et contrebride de même nature. Les vis sont liées de façon étanche à la bride.

6.3.2.6 Protection et désolidarisation

Le revêtement d'étanchéité doit, dans tous les cas, être protégé par une couche dite de protection. Cette protection est réalisée par l'entreprise d'étanchéité, sauf prescription contraire des DPM.

Cette protection est assurée de la façon suivante :

- en parties courantes horizontales, par l'exécution d'une chape en mortier de ciment de 3 cm d'épaisseur, coulée sur une couche de désolidarisation constituée d'un nontissé synthétique, surmonté d'un film synthétique indépendant. Le nontissé synthétique est à base de polypropylène, polyamide ou polyéthylène de masse surfacique minimale de 170 g/m². L'épaisseur du film synthétique est d'au moins 100 µm ;
- en parties courantes verticales, par la réalisation d'un des trois procédés suivants :
  - enduit grillagé d'au moins 3 cm d'épaisseur ;
  - un voile en béton projeté d'au moins 4 cm d'épaisseur (en procédant au remblaiement du terrain à l'avancement) ;
  - à l'aide de maçonnerie de petits éléments d'au moins 10 cm d'épaisseur avec mortier de bourrage.

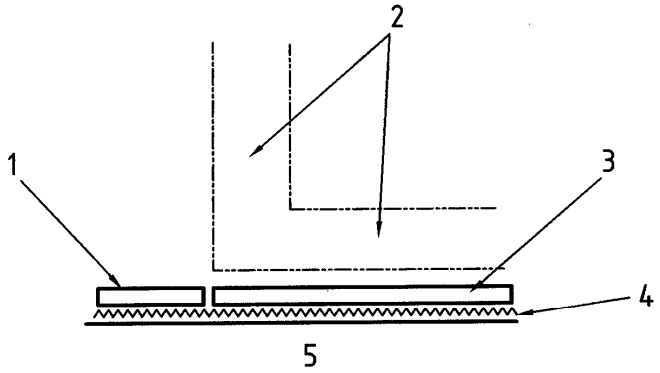
Toute autre protection du revêtement d'étanchéité par un procédé ou un produit réputé durable peut être proposée par l'entreprise d'étanchéité sur la base d'une étude particulière à caractère technique justifiant de la faisabilité, de l'aptitude à l'emploi, de la pérennité et, le cas échéant, de la réparabilité.

> NOTE
> En aucun cas, la structure résistante interne ne peut servir d'ouvrage de protection puisque celui-ci a pour objet de protéger le revêtement d'étanchéité durant les travaux de réalisation de la structure résistante interne.

Il peut être nécessaire de prévoir une protection provisoire de la partie de l'étanchéité en attente des phases de travaux du gros oeuvre. Cette protection est à la charge de l'entreprise d'étanchéité.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/



Légende

1 Protection provisoire

2 Structure résistante interne à venir

3 Chape de protection

4 Étanchéité

5 Préradier

Figure 47 - exemple de coupe sur protection

6.3.3 Revêtement monocouche par membranes PVC.P

6.3.3.1 Matériaux

Les matériaux d'étanchéité monocouche, membranes PVC.P, sont manufacturés en usine puis assemblés sur chantier.

Les membranes PVC.P auront les caractéristiques minimales suivantes :

a. l'allongement à la rupture doit être au moins égal à 270 % et la contrainte à la rupture dans les deux sens à 12 MPa. L'essai sera conduit suivant les modalités de la NF P 84-501 ;

b. la membrane PVC.P doit satisfaire à un essai de souplesse à - 20 °C, suivant la NF P 84-350, avec des mandrins de 5 cm et de 2 cm de diamètre ;

c. la membrane PVC.P doit présenter une garantie au vieillissement et à l'évolution du matériau et de la soudure pendant 10 ans dans des conditions analogues d'utilisation ;

> NOTE 1
> On vérifiera notamment que la diminution des propriétés initiales en traction allongement reste inférieure à 20 %. En cas d'absence de référence, un essai de comportement dans l'eau pourra être pris en considération (en attente de normalisation, la procédure d'essais peut être notamment trouvée dans l'Annexe 8 du fascicule 67 du Titre III du CCTG).

d. la membrane PVC.P doit être apte à la soudure dans les conditions de température et d'hygrométrie du chantier ;

e. le matériau doit résister aux micro-organismes suivant la NF EN ISO 846 (quatre semaines d'essai sur des produits ayant subi une immersion préalable de deux mois) :
   - au test de croissance, le matériau doit répondre à la cotation 0 sans tolérance ;
   - au test d'effet fongistatique, le matériau doit répondre au niveau 0 avec une tolérance au niveau 1 ;

f. la membrane ne doit présenter aucun défaut apparent de surface ou de structure. Dans le cas de matériau fabriqué par calandrages successifs de plusieurs membranes, la cohésion doit être telle qu'à l'essai de pelage, la force enregistrée soit supérieure à 2,5 kN/m ;

> NOTE 2
> Essais adaptés de la NF P 84-502-2.

g. l'épaisseur minimale, mesurée selon la NF P 84-512-1, est de 2 mm ;

> NOTE 3
> L'épaisseur considérée est l'épaisseur moyenne. Les tolérances étant de + 0,2 / 0,1 mm sur les valeurs individuelles.

h. la planéité et la rectitude des bords doivent être vérifiées ;

> NOTE 4
> Conformément aux directives générales UEATC de juin 1992 « Agrément des systèmes d'étanchéité en membrane PVC pour toitures », à savoir en planéité, pas plus de 1 cm par rapport au plan de la feuille, et pas plus de 5 cm sur 10 m en rectitude.

i. le plastifiant utilisé doit présenter des caractéristiques connues vis-à-vis de la migration dans l'eau ;

> NOTE 5

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Pour l'essai de comportement dans l'eau chaude à 60 °C pendant 10 jours, il ne devra pas y avoir de perte de poids supérieure à 1 % (NF P 84-509). Pour l'essai à long terme (un an à 23 °C), la perte de poids devra être inférieure à 2 % et les pertes de caractéristiques en traction inférieures ou égale à 20 %.

j. translucidités : une membrane est considérée comme translucide lorsque le facteur de transmission dans le domaine visible, mesuré selon la NF T 54-111, est supérieur à 70 % pour des éprouvettes de 2 mm d'épaisseur ;

NOTE 6
Avec utilisation d'une source CIE/D65 et mesure par intégration spectrale, hémisphérique, selon l'ISO 9050.
NOTE 7 Dans l'état actuel de la technique, il est vivement conseillé d'employer des membranes translucides. En effet, le soudeur peut contrôler visuellement les défauts éventuels de soudure.
Dans le cas d'utilisation de membranes non translucides, des moyens de contrôles spécifiques de la continuité de la soudure devront être mis en oeuvre.

k. protection contre les UV : ces membranes doivent être protégées des rayons UV notamment au niveaux des parties d'étanchéité situées au-dessus du terrain naturel.

NOTE 8
L'essai est réalisé selon la NF EN 12971-1. La source UV est une lampe au Xénon, l'éprouvette est soumise à une énergie d'irradiation de 4 500 MJ/m².

6.3.3.2 Limite d'emploi

La contrainte normale à la compression de ces revêtements calculée sous sollicitation de service doit être inférieure à 3 MPa.

NOTE
Pour une contrainte supérieure, le fabricant devra justifier la tenue de sa membrane par des essais.

6.3.3.3 Composition du complexe

Le complexe doit comporter :

- une couche de désolidarisation (voir paragraphe 6.3.3.9) ;
- la membrane d'étanchéité PVC.P proprement dite ;
- une couche de protection (voir paragraphe 6.3.3.9) ;
- le système de compartimentage (voir paragraphe 6.3.3.5) ;
- le traitement des points singuliers (voir paragraphe 6.3.3.8).

6.3.3.4 Mise en oeuvre

Lors de la mise en oeuvre, le recouvrement minimal doit être de 50 mm pour permettre l'assemblage entre lès par thermosoudure.

La membrane est posée en indépendance par rapport au support.

En partie verticale, des lignes de fixation horizontales et provisoires peuvent être nécessaires pour maintenir la membrane en place jusqu'à réalisation de la structure résistante [voir Figures 44a) et 44c)] ou de l'ouvrage de protection [voir Figure 44b)].

Si l'assemblage est réalisé avec un appareil manuel, la largeur minimale de soudure est de 30 mm.

Si l'assemblage est réalisé avec un appareil automatique à double soudure avec canal central de contrôle, la largeur minimale de chaque bande de soudure est de 12 mm.

Tous les croisements de soudures font l'objet d'un renfort par pièce de pontage, avec le même produit et de dimension minimale 15 cm × 15 cm, rapportée et soudée en plein.

Les soudures au solvant sont exclues.

6.3.3.5 Compartimentage

Les surfaces à étancher seront obligatoirement compartimentées.

Le compartimentage consiste à mettre en place des profilés rendus continus par soudage et solidaires de la structure résistante et sur lesquels la membrane d'étanchéité est adhérente par soudage continu.

Ce compartimentage a l'avantage de permettre de localiser les défauts d'étanchéité accidentels (fausses manoeuvres lors du coffrage ou du ferraillage) et de les traiter localement par injection.

En fonction de la pression hydrostatique maximale exercée sur l'étanchéité, le nombre d'ancrages minimal de profilés est de trois pour une pression hydrostatique inférieure à 0,1 MPa et de quatre pour une pression supérieure ou égale à cette valeur.

Sauf prescriptions plus sévères des DPM, un compartimentage doit être exécuté sur tout ouvrage comportant une surface d'un seul tenant à étancher, supérieure à 300 m² (surface horizontale plus verticale). Au-delà, le compartimentage est exécuté de façon à cloisonner des surfaces d'au plus 200 m².

Cinq dispositifs d'injection au minimum doivent être prévus par élément de compartimentage.

Pour les petits ouvrages, il doit être mis en place au minimum deux dispositifs d'injection en partie horizontale et deux en partie verticale.

NOTE
Il est souhaitable de compartimenter les points singuliers (joint de dilatation, fosse, pénétrations,...). Dans ces compartiments, les dispositifs d'injection peuvent être réduits sans être inférieurs à deux.

6.3.3.6 Contrôle des soudures

Le contrôle des soudures est obligatoire sur tout le linéaire. Il peut être réalisé entre autres par la mise en oeuvre d'une ou de plusieurs des techniques de contrôle non destructif suivantes :

- contrôle visuel, pour les feuilles PVC.P translucides, et contrôle tactile (à la pointe sèche) ;
- par mise en pression du canal central, dans le cas de doubles soudures ;
- cloche à vide, pour certains points singuliers.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Le cahier des charges du procédé décrit les procédures de contrôle. Le choix entre celles-ci est de la responsabilité de l'entreprise d'étanchéité.

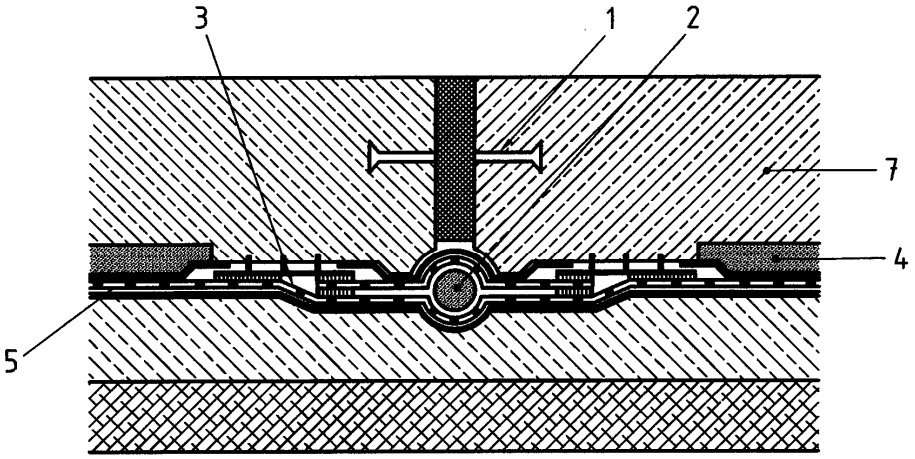
NOTE
Les DPM peuvent prévoir des essais destructifs de contrôle des soudures et leur fréquence. Ils seront réalisés selon les dispositions de la NF P 84-502-2, la résistance moyenne au pelage doit être supérieure à 4 N/mm avec un minimum de 2 N/mm pour chacune des éprouvettes.

6.3.3.7 Joints

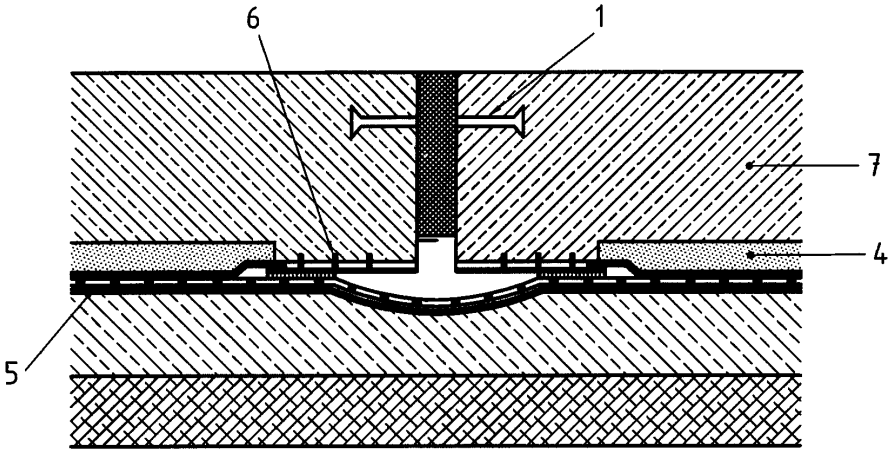
Seuls les joints actifs sont traités.

Les joints sont à deux étages et compartimentés. Le premier étage est constitué par la membrane d'étanchéité elle-même avec façon de lyre.

Le deuxième étage est soit réalisé par un profilé de dilatation compatible soudé sur ses bouts sur la membrane d'étanchéité et ancré dans la structure résistante, soit par deux profilés de compartimentage soudés en plein sur la membrane d'étanchéité et réunis ensemble par une bande de pontage en PVC.P.



Double bande d'arrêt d'eau



Bande d'arrêt d'eau avec soufflet de dilatation

Légende

1 BAE = bande d'arrêt d'eau (voir paragraphe 6.2.2)
2 Boudin polyéthylène
3 BAE 3 branches minimum
4 Chape de protection
5 Membrane d'étanchéité
6 BAE
7 Radier

Figure 48 - exemples de coupes sur joints sur radier

6.3.3.8 Traversées

Les traversées du cuvelage doivent être réalisées en acier inoxydable ou avec d'autres matériaux sur étude particulière à caractère technique justifiant de la faisabilité, de l'aptitude à l'emploi, de la pérennité et, le cas échéant, de la réparabilité.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Le raccord avec l'étanchéité est réalisé par bride et contrebride avec interposition de bande élastomère d'un seul tenant.
Les vis seront liées d'une façon étanche à la bride.

6.3.3.9 Couches de protection et de désolidarisation

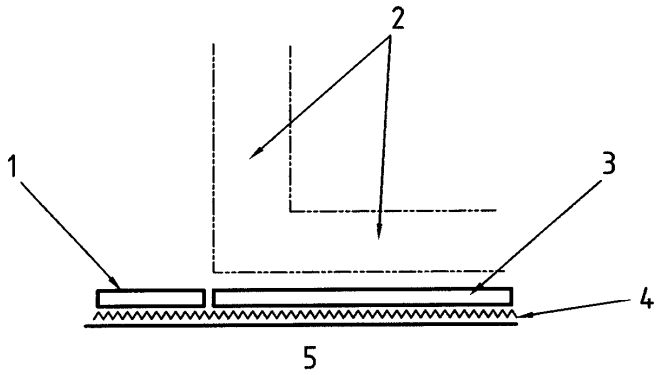
6.3.3.9.1 Surfaces horizontales

La couche de désolidarisation est constituée d'un géotextile en polypropylène d'une masse surfacique minimale de 700 g/m² et présentant une résistance à la traction d'au moins 10 kN/m (voir les normes NF EN ISO 13934-1 et NF EN ISO 10319).

La couche de protection est réalisée à l'avancement par l'exécution d'une chape en mortier de ciment de 3 cm d'épaisseur minimale sur un écran d'indépendance type polyéthylène 200 µm minimum ou géotextile de 90 g/m² minimum.

Au droit des attentes des feuilles PVC.P, la protection de celles-ci est assurée par une chape fractionnée permettant sa dépose pour poursuivre l'étanchéité.

Cette protection, y compris celle provisoire, est réalisée par l'entreprise d'étanchéité, sauf prescription contraire du DPM.



Légende

1 Protection provisoire

2 Structure résistante interne à venir

3 Chape de protection

4 Étanchéité

5 Préradier

Figure 49 - exemple de coupe sur protection

6.3.3.9.2 Surfaces verticales

La couche de désolidarisation est constituée au minimum d'un géotextile d'une masse surfacique de 700 g/m² et présentant une résistance à la traction d'au moins 10 kN/m (voir les normes NF EN ISO 13934-1 et NF EN ISO 10319).

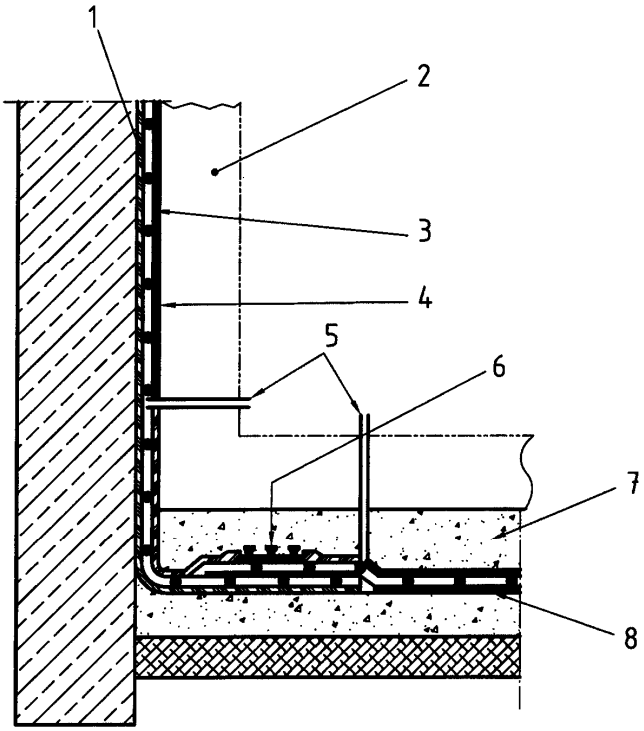
La couche de protection est constituée d'un matériau qui, associé à la couche de désolidarisation et à la feuille d'étanchéité PVC.P, permet d'obtenir la classe 2 à l'essai de poinçonnement dynamique, effectué suivant la NF P 84-506.

NOTE
Voir, à ce sujet, les protections décrites au paragraphe 6.3.2.6.

La couche de désolidarisation est placée sur l'ouvrage sur lequel la membrane PVC.P est appliquée et la couche de protection est appliquée sur la membrane PVC.P une fois posée.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/



Légende

1 Couche de désolidarisation

2 Structure résistante

3 Membrane PVC.P

4 Protection Classe 2

5 Pipettes

6 Compartimentage

7 Chape

8 Écran de désolidarisation

Figure 50 - exemple de coupe montrant les raccords de revêtements

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

7 Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages de gros oeuvre

Les prescriptions des règles de calcul du béton armé s'appliquent, compte tenu des aménagements et/ou compléments suivants.

> NOTE
> Il s'agit pour l'instant des Règles BAEL.

7.1 Actions de l'eau

L'action de l'eau est définie par ses niveaux au paragraphe 3.3.

> NOTE
> Les niveaux d'eau intervenant sur la valeur des actions latérales du sol, on ne peut dissocier ces deux phénomènes dans les combinaisons d'actions, par exemple, en considérant que l'un donne l'action variable de base pendant que l'autre donne une action d'accompagnement.

7.2 Sollicitations de calcul

7.2.1 Etat limite ultime de résistance

7.2.1.1 Combinaison fondamentale

Lorsque l'eau est l'action variable de base, le coefficient de pondération est égal à 1,5 pour sa partie variable et 1,35 pour sa partie permanente.

Lorsque l'eau est l'une des actions d'accompagnement, le coefficient ψ_0 associé est pris égal à 0,77. Toutefois, le niveau de l'eau doit parfois être plafonné de telle sorte que tous les points porteurs soient en état d'équilibre statique, les charges verticales descendantes étant estimées par le cumul des charges permanentes majorées par le coefficient 1,2 et des charges variables majorées par le coefficient 1,33.

> NOTE
> Il est en effet absurde de justifier à l'ELU (Etat Limite Ultime) de parties d'ouvrages qui ne soient pas en équilibre statique par insuffisance des charges verticales descendantes déduites avec un excès probable de celles prises en compte au paragraphe 7.2.2.

7.2.1.2 Combinaison accidentelle

Lorsque l'eau est l'action accidentelle, le niveau E est pris en compte.

Lorsque l'eau n'est pas l'action accidentelle, on retient comme valeur fréquente et comme valeur quasi permanente sa partie variable (différence des niveaux EH - EB).

7.2.2 Etat limite d'équilibre statique

Pour chaque point porteur, les charges verticales descendantes nominales limitées aux actions permanentes doivent être au moins égales à 1,05 fois les charges ascendantes résultant de l'action de l'eau supposée au niveau E.

> NOTE
> On peut, à cet effet, prendre en compte des reports de charges réalisés par des structures de reprise.

7.2.3 Phases de construction

L'état limite ultime de résistance et l'état limite d'équilibre statique doivent être justifiés durant les phases de construction, l'action de l'eau se rapportant aux niveaux environnants de la nappe durant ces phases, compte tenu des rabattements éventuels.

Dans le cas de la justification de la combinaison fondamentale de l'état limite ultime de résistance, les actions de l'eau et de la terre sont alors affectées du coefficient 1,2 ou 1 (au lieu de 1,5 ou 1,35).

7.3 Prescriptions particulières concernant les cuvelages avec revêtement d'imperméabilisation

7.3.1 Etat limite de service vis-à-vis de l'ouverture des fissures

Les règles de calcul du béton armé sont modifiées comme suit :

> NOTE 1
> Les articles A.1. 1 et A.4.5.34, des Règles BAEL, précisent que celles-ci ne sont pas directement applicables aux cuvelages.

Les sollicitations de calcul résultent des combinaisons d'actions suivantes :

- charges permanentes affectées du coefficient 1 ;
- action de retrait résiduel dans le cas de radier gêné (voir paragraphe 4.6) ou de radier coulé sur des distances entre joints de dilatation supérieures aux valeurs usuelles des dimensions entre joints prévues par les règles de béton armé en vigueur pour les superstructures ;
- action de l'eau affectée du coefficient 1 ;
- action latérale des terres affectée du coefficient 1 ;
- autres actions variables affectées du coefficient ψ_0 (en général, $\psi_0 = 0,77$).

> NOTE 2
> A défaut d'aborder directement les effets du retrait résiduel par le calcul des ouvertures des fissures, il peut être envisagé des sollicitations de retrait établies sur la base de la gêne apportée à la manifestation des déformations imposées minimisées compte tenu des dispositions prises pour le coulage du radier (cure, joints de clavetage,...) et la présence du terrain en sous-face qui réduit aussi l'ampleur des déformations. C'est la démarche qui est proposée ci-après. On doit cependant noter les points suivants :
> - le fait de pouvoir prendre en compte le retrait résiduel dans les calculs ne doit pas faire oublier que l'on doit privilégier la voie de toutes les dispositions constructives visant à minimiser les effets du retrait ;

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

- le calcul des sollicitations doit être mené sur la base des sections fissurées et non celle des sections homogènes (béton seul) et/ou homogénéisées (béton plus acier). Et dans ce cadre, il est loisible pour le projeteur de passer par l'intermédiaire d'évaluations d'inerties efficaces forfaitaires.

A défaut de se référer aux règles de béton armé en vigueur ou à des résultats expérimentaux adaptés, la valeur du retrait final, ε_r, et celle de son évolution dans le temps à partir du jour du coulage du béton peuvent être estimées sur les bases suivantes :

- retrait final ε_r en fonction de l'ambiance au voisinage du radier (voir Tableau 2) ;

Ambiance	ε_r
Très humide	$-1{,}5.10^{-4}$
Humide (classique en France sans précaution particulière sauf dans le quart Sud-Est)	$-2{,}0.10^{-4}$
Tempérée (classique en France sans précaution particulière dans le quart Sud-Est)	$-3{,}0.10^{-4}$
Chaude et sèche	$-4{,}0.10^{-4}$

Tableau 2 - retrait final ε_r en fonction de l'ambiance au voisinage du radier

- part du retrait final restant à effectuer au temps t, en jours, après le jour de coulage, en fonction de l'épaisseur e de la dalle du radier en centimètres : 1/(1 + t/4,5e).

L'état limite d'ouverture des fissures est défini par une double vérification concernant la structure résistante située sous le niveau de l'eau envisagé :

- la première concerne la limitation de la contrainte de l'acier tendu ;
- la deuxième concerne la limitation de la contrainte de traction du béton en section homogénéisée.

7.3.1.1 Limite de la contrainte de l'acier tendu

Dans le cas des sections droites tendues du côté recevant le revêtement d'imperméabilisation, l'action de l'eau est définie par son niveau E et la contrainte de traction de l'acier tendu est limitée à la valeur suivante :

$$\text{minimum de} \begin{cases} 2/3 \ f_e \\ \bar{\sigma}_s = \alpha \sqrt{\dfrac{\eta f_{28}}{\varnothing}} + 30\ \eta \end{cases}$$

où : α = 320 ;

NOTE

Pour les définitions de η, f_{28} et Ø, se reporter aux Règles du béton armé.

η, f_{28} en MPa, ∅ en mm, $\bar{\sigma}_s$ en MPa.

La majoration de 30η ne peut pas être appliquée dans le cas d'eaux saumâtres ou agressives.

Dans le cas des sections droites tendues du côté en contact avec l'eau, trois cas doivent être distingués :

- eau définie par son niveau EB : le calcul est effectué comme ci-dessus avec α ;
- eau définie par son niveau EH : le calcul est effectué comme ci-dessus en substituant au coefficient α un coefficient égal à

  $\alpha \sqrt{2}$;

- eau définie par son niveau EE : le calcul est effectué comme ci-dessus en substituant au coefficient α un coefficient égal à

  $\alpha \sqrt{3}$.

7.3.1.2 Limite de la contrainte de traction du béton

Cette vérification n'est à effectuer que pour les sections droites tendues du côté recevant le revêtement d'imperméabilisation, l'eau étant définie par son niveau E.

La contrainte de traction du béton, calculée en section homogénéisée, ne peut pas excéder la valeur :

où : θ = 1 dans le cas de la traction simple ;

$$1{,}1\ \theta f_{t28}$$

dans le cas de la flexion plane composée avec traction, la force de traction ayant une excentricité e_o inférieure à la demi-épaisseur $h_o/2$ de la paroi ; θ = 5/3 dans tous les autres cas.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

$$\theta = 1 + \frac{4\ e_o}{3\ h_o}$$

NOTE
Cette vérification est très souvent déterminante pour le choix des coffrages.
Les éventuelles sollicitations associées au retrait gêné ne sont pas habituellement à prendre en compte dans cette vérification, sauf prescription particulière des DPM.

7.3.2 Dispositions constructives

7.3.2.1 Enrobage des armatures

On se réfère aux valeurs définies par les Règles de béton armé, en les augmentant cependant de 3 cm, dans le cas des parois moulées.

NOTE
Dans le cas des parois moulées, compte tenu des difficultés de calage des cages d'armatures dans la tranchée, le respect de l'enrobage minimal exigé peut être obtenu par la mise en place de centreurs non métalliques, à raison d'au moins un par 4 m².

En outre, l'enrobage des aciers placés du côté du revêtement d'imperméabilisation doit être compris entre 3 cm à 5 cm à partir du parement revêtu, pente comprise dans le cas de forme de pente incorporée.

7.3.2.2 Espacement des aciers et diamètre minimal

Dans les zones où la paroi est armée et pour la face concernée, la distance libre entre les aciers ne peut pas excéder, pour chaque lit, la plus petite des deux valeurs suivantes :

- 0,33 m et 1,5 fois l'épaisseur de la paroi, dans le sens principal porteur ;
- 0,45 m et 1,5 fois l'épaisseur de la paroi, dans le sens de la répartition.

Toutefois, dans le cas de parois moulées, la distance libre entre les barres ne doit pas être inférieure à 10 cm.

Le diamètre minimal des aciers doit être au moins égal à :

- 6 mm, dans le cas des armatures à haute adhérence ;
- 8 mm, dans le cas des ronds lisses.

7.3.2.3 Pourcentage minimal

La vérification de la condition de non-fragilité est remplacée par le respect d'un ferraillage minimal dans les cas suivants :

- radiers ou parois coulés avec les précautions nécessaires en vue de limiter les phénomènes de variation dimensionnelle contraire (retrait, température,...). Ces précautions peuvent concerner, entre autres, la composition du béton, sa mise en oeuvre, les phases de coulage, les zones de clavetage, les reprises, les procédés de cure, les délais entre phases Ces précautions figureront sur les plans et/ou font l'objet d'un document spécifique établi par l'entreprise de gros oeuvre et remis au maître d'oeuvre.
  - 1 ‰ de la section droite résistante strictement nécessaire plafonné à 4 cm²/m, avec un minimum de 1 cm²/m, pour la face de la paroi recevant le revêtement d'imperméabilisation, et ce, dans chacune des deux directions, dans le cas des dalles ;
- autres radiers ou parois :
  - 2,5 ‰ de la section droite sur chaque face, et ce, dans chacune des deux directions, dans le cas des dalles ; ou de la section droite résistante strictement nécessaire, dans le cas des radiers, si l'épaisseur excédentaire, située en sous face est convenablement préfissurée.

NOTE
Les règles précédentes visent également les zones de raccordement entre radiers et parois.

La prescription de pourcentage minimal ne s'applique pas à la zone des joints verticaux séparatifs des panneaux constituant une paroi moulée.

7.4 Prescriptions particulières concernant les cuvelages à structure relativement étanche

7.4.1 Etat limite de service vis-à-vis de l'ouverture des fissures

Les Règles de calcul du béton armé sont modifiées comme suit :

NOTE
Les articles A.1.1 et A.4.5.34, des Règles BAEL, précisent que celles-ci ne sont pas directement applicables aux cuvelages.

Les sollicitations de calcul résultent des combinaisons d'actions suivantes :

- charges permanentes affectées du coefficient 1 ;
- action de l'eau affectée du coefficient 1 ;
- action latérale des terres affectée du coefficient 1 ;
- autres actions variables affectées du coefficient ψ_0 (en général, $\psi_0 = 0,77$).

L'état limite d'ouverture des fissures est défini par une double vérification concernant l'enveloppe située sous le niveau de l'eau envisagé :

- la première concerne la limitation de la contrainte de l'acier tendu ;
- la deuxième concerne la limitation de la contrainte de traction du béton en section homogénéisée.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

7.4.1.1 Limite de la contrainte de l'acier tendu

La vérification demandée au paragraphe 7.3.1.1 doit être faite pour les deux faces de la paroi pour les cas des sections droites tendues du côté en contact avec l'eau.

7.4.1.2 Limite de la contrainte de traction du béton

La vérification demandée au paragraphe 7.3.1.2 doit être faite pour les sections droites tendues sur la face opposée à celle en contact avec l'eau, et uniquement dans le cas de traction simple ou de flexion composée avec traction, lorsque l'excentricité est au plus égale à la demi-épaisseur.

7.4.2 Dispositions constructives

Se conformer au paragraphe 7.3.2, sauf que la prescription concerne la face intérieure de la paroi bien qu'il n'y ait pas de revêtement.

7.5 Prescriptions particulières concernant les cuvelages avec revêtement d'étanchéité

7.5.1 Etat limite de service vis-à-vis de l'ouverture des fissures

L'application des Règles de calcul du béton armé vis-à-vis de la durabilité de la structure concerne d'abord les ouvrages situés à l'extérieur du revêtement d'étanchéité, l'eau étant définie par son niveau E.

NOTE

Cette prescription s'applique ainsi à la structure résistante externe, au préradier, aux voiles périphériques, à l'exclusion des ouvrages de protection [Figures 44a), 44b) et 44c)].

On applique ainsi, pour ces ouvrages, les prescriptions de l'article A.4.5 des Règles BAEL en supposant la fissuration préjudiciable dans le cas courant, et la fissuration très préjudiciable dans le cas d'un milieu agressif.

Cette application concerne également la structure résistante interne lorsque le revêtement d'étanchéité est adhérent sur celle-ci. On applique alors les prescriptions de l'article A.4.5 des Règles BAEL en supposant la fissuration préjudiciable.

7.5.2 Dispositions constructives

Pour les ouvrages visés au paragraphe 7.5.1 et lorsqu'il faut des armatures pour l'équilibrage des sollicitations, il est nécessaire, pour la face concernée et pour les armatures principales ainsi que pour les armatures de répartition, d'appliquer les dispositions constructives minimales et les conditions de non-fragilité des Règles de calcul du béton armé.

NOTE

On applique donc les dispositions constructives de l'article A.4.5 et les conditions de non-fragilité de l'article A.4.2 des Règles BAEL.

7.6 Ouvrages en béton précontraint

Les prescriptions des Règles de calcul des ouvrages en béton précontraint s'appliquent, compte tenu des aménagements et/ou compléments suivants :

NOTE 1

Il s'agit pour l'instant des Règles BPEL.

- les prescriptions indiquées aux paragraphes 7.1 à 7.5 du présent document sont applicables partout où subsistent des tractions ;

  NOTE 2

  En effet, la précontrainte ne peut pratiquement jamais être totale dans les cuvelages.

- lorsqu'il y a précontrainte dans une certaine direction, l'effort de précontrainte correspondant, pris avec sa valeur caractéristique minimale, doit être au moins égal à l'effort de traction simple développé par les actions autres que la précontrainte ;
- dans toutes les sections soumises à flexion composée, la partie tendue de la section ne doit pas être supérieure aux 6/10 de sa hauteur totale, le calcul étant fait en négligeant le béton tendu.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Annexe A (informative) Guide de choix

A.1 Critères de choix relatifs à la conception

Types	Revêtements d'imperméabilisation				Structure relativement étanche	Revêtements d'étanchéité	
					E		
Critère principal	Étanchéité à l'eau en phase liquide				Léger passage d'eau admis (voir paragraphe 3.1)	Étanchéité à l'eau en phase liquide et à l'eau en phase vapeur	
Sous-types	Mortier épais	Mortier mince	Minéralisation	Résine	- moyenne annuelle : 0,5 l/m²/jour - moyenne hebdomadaire : 1 l/m²/jour - localement : 2 l/m²/jour	Feuille bitumineuse ; asphalte	Membranes PVC
	A	B	C	D		F	G

Tableau A.1

Types	Revêtements d'imperméabilisation				Structure relativement étanche	Revêtements d'étanchéité	
	A	B	C	D	E	F	G
(1) Destination des locaux compte tenu de leur ventilation [voir (4)]	Locaux dont les parois de la structure résistante peuvent présenter localement des traces d'humidité sur leur face vue sans écoulement				Locaux pouvant admettre des infiltrations limitées	Locaux dont les parois de la structure résistante interne ne doivent pas présenter de trace d'humidité sur leur face vue	
(2) Revêtements rapportés (2)-1 Sensibles a l'eau et à la vapeur d'eau provenant du support	Inadapté	Inadapté	Inadapté	Déconseillé	Interdit	Admis	Admis
(2)-2 Non sensibles à l'eau et à la vapeur d'eau provenant du support	Possible mais penser au coût de la dépose éventuelle nécessitée par la réparation				Déconseillée du fait du coût de la dépose éventuelle nécessitée par la réparation	Admis	Admis
(3) Cloisons de doublage, faux plafonds et faux planchers	<----- exige un vide d'air ventilé et des trappes de visite ----->					Admis	Admis
(4) Ventilation complémentaire des locaux en exploitation	En plus de la ventilation nécessaire ou réglementaire liée à la bonne occupation des locaux, il faut, le cas échéant, prévoir une ventilation complémentaire pour l'évacuation de la vapeur d'eau provenant des parois				Ventilation complémentaire sans objet	Ventilation complémentaire non <----- nécessaire ----->	
(5) Aspect des parois vues du cuvelage	<----- Lisse ou taloché ----->		Aspect du gros œuvre support	Aspect du support plus couleur éventuelle	Aspect du gros œuvre	Aspect du gros œuvre	Aspect du gros œuvre

Tableau A.1 (suite)

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Types	Revêtements d'imperméabilisation				Structure relativement étanche	Revêtements d'étanchéité	
	A	B	C	D	E	F	G
(6) Parement du gros œuvre servant de support au revêtement [NF P 18-201 (DTU 21)]	<----- Courant sauf élémentaire pour les parois moulées ----->				Élémentaire	Courant y compris pour les parois <----- moulées ----->	
(7) Accessibilité aux parois cuvelées	<----- Nécessaire en vue de la réparabilité ----->					<-----Pas nécessaire ----->	
(8) Réparabilité de l'ouvrage	Toute arrivée d'eau constatée correspond à une défaillance du cuvelage au droit de cette arrivée d'eau dans les cas B, C et D ou au voisinage dans le cas A Les réparations sont en général faciles avec une investigation plus délicate pour le cas A				Le débit de fuite lorsqu'il est supérieur aux limites admises peut le plus souvent être ramené en deçà par injection localisée ou généralisée suivant la nature et l'importance fuites à colmater	Elle est possible par des injections localisées pour les revêtements adhérents et les revêtements indépendants compartimentés indépendants Elle est possible par des injections généralisées dans le cas de revêtements non adhérents non compartimentés	
(9) Présence d'ouvrages mitoyens	<----- La structure résistante peut jouer également le rôle de soutènement ----->					- Il faut une structure résistante externe dans la zone de mitoyenneté - La surface utile des planchers est réduite par la présence de la structure résistante interne	
(10) Système de fondation	<----- Accepte tous les systèmes de fondation ----->					Peu adapté à des structures résistantes avec pieux et tirants	
(11) Hauteur d'eau maximale	<----- 8 m, sauf dispositions complémentaires ----->						

Tableau A.1 (suite)

Types	Revêtements d'imperméabilisation				Structure relativement étanche	Revêtements d'étanchéité	
	A	B	C	D	E	F	G
(12) Agressivité de la nappe et/ou pollution du terrain	<----- Les structures existantes externes au revêtement doivent être protégées contre ces risques d'agression ----->						
	<----- La nature du revêtement doit être adaptée à ces risques d'agression ----->					(La structure résistante interne n'est pas à protéger) <----------> La nature du revêtement doit être adaptée à ces risques d'agression	
(13) Présence de végétation à proximité du cuvelage	Admis	Admis	Admis	Admis	Admis	La végétation de bambous et autre végétation similaire est à exclure (voir Annexe II des Règles professionnelles des toitures-terrasses-Jardins, de juin 1997	
						Traitement anti-racine selon la végétation	
(14) Possibilité d'inondation des locaux pour certaines crues	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non
(15) Possibilité d'inondation volontaire pour les phases travaux après cuvelage	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non
(16) Collecte des eaux d'infiltration	<----- sans objet ----->				Obligatoire	<----- Sans objet ----->	

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Tableau A.1 (suite)

Type	Revêtements d'imperméabilisation				Structure relativement étanche	Revêtements d'étanchéité	
	A	B	C	D	E	F	G
(17) Utilisation en parking pour véhicules légers	Oui si protection par peinture de sol	Oui	Oui	Oui si protection adaptée	Oui	Oui	Oui
(18) Possibilité de scellements intérieurs directs après cuvelage	<----- Accepte des scellements spéciaux étanches ----->					Accepte tous scellements dans la structure résistante interne s'ils sont limités en épaisseur (1/3 environ de l'épaisseur totale)	
					Accepte les autres scellements s'ils sont limités en épaisseur (1/3 environ de l'épaisseur totale)		
(19) Fissuration de la structure résistante après réalisation du cuvelage	<----- La fissuration peut éventuellement être un jour à l'origine d'une fuite ----->					La fissuration est habituellement sans conséquence pour les revêtements indépendants Elle peut éventuellement être un jour à l'origine d'une fuite dans le cas de revêtement adhérent	
(20) Délai de mise à disposition des locaux après réalisation du cuvelage sans protection particulière	<----- 15 jours ----->			7 jours, puis protection nécessaire pour la phase travaux	Sans objet	Sans objet	Sans objet

Tableau A.1 (fin)

A.2 Critères de choix relatifs à la mise en oeuvre

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Types	Revêtements d'imperméabilisation				Structure relativement étanche	Revêtements d'étanchéité	
	A	B	C	D	E	F	G
(1) Phasage des travaux Date d'exécution du Cuvelage	Le cuvelage est réalisé au minimum 28 jours après la réalisation de la structure résistante qui devra être chargée par l'essentiel de ses charges permanentes, les remblaiements étant terminés				Sans objet	Nécessite un phasage adapté entre la réalisation du revêtement et celle de la structure	
(2) Rabattement de nappe en cas de présence d'eau ou de risque de présence d'eau en phase travaux	Indispensable pour la réalisation de la structure résistante						
	Non indispensable pour la réalisation du revêtement d'imperméabilisation avec dispositifs spéciaux			Indispensable pour exécution du revêtement	Sans objet	Indispensable pour l'exécution de l'étanchéité	
(3) Drainage des eaux de ruissellement et d'infiltration pendant les travaux	Indispensable pour la réalisation de la structure résistante. Non indispensable pour la réalisation du revêtement d'imperméabilisation avec dispositifs			Indispensable	Sans objet	Indispensable	
(4) Protection aux intempéries pendant travaux	Acceptent un support humide non ruisselant mais sont sensibles au soleil et vent, gel			Exige un support sec	Sans objet	Travaux réalisés hors pluie	
(5) Hygiène et sécurité pendant les travaux	Les produits sont à base de matériaux ininflammables et sans solvant, il n'y a donc pas de précaution particulière			Les produits sont inflammables, dégagent éventuellement des fumées toxiques et dégagent des odeurs et contiennent éventuellement des solvants. Une ventilation est nécessaire ainsi que des précautions contre l'incendie	Sans objet	Les matériaux sont inflammables, et éventuellement dégageant des fumées toxiques PVC.P,..., ce qui nécessite des précautions adaptées	

Tableau A.2

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Bibliographie

- [1] P 11-201, Terrassement pour le bâtiment (DTU 12).
- [2] NF P 84-204, Travaux de mise en oeuvre - Travaux d'étanchéité des toitures-terrasses avec éléments porteurs en maçonnerie (DTU 43.1).
- [3] NF P 84-502-2, Géomembranes - Essais sur joints - Partie 2 : Détermination de la résistance en tractionpelage.
- [4] T 30-120, Peintures - Détermination de l'épaisseur du feuil - Tableau récapitulatif des normes françaises.
- [5] CIE/D65.
- [6] Directives générales UEATC, Agrément des systèmes d'étanchéité en membrane PVC pour toitures, juin 1992.
- [7] Fascicule 67, Titre III, Annexe 8 - Cahier des Clauses Techniques Générales
- [8] Règles professionnelles des toitures-terrasses, Annexe II, Jardins, juin 1997.

© AFNOR 1999 - Imprimé par VINCI CONSTRUCTION FRANCE le 20/12/2013

https://www.engcopilot.com/